

Melhoria dos processos de aprovisionamento de compras na indústria vidreira

Filipa José Almeida Pereira Moço

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. Maria João Pires



Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial

2019-07-01

Aos meus pais, irmão, tia e avós

Resumo

A presente dissertação surge num cenário de expansão do Grupo BA, caracterizado por um incremento da complexidade da cadeia de abastecimento, devido essencialmente à crescente expansão geográfica e internacionalização da empresa. Na BA, constata-se que grande parte dos processos relativos ao aprovisionamento de compras se encontram ainda pouco automatizados, consumindo tempo desnecessário e podendo dar lugar a erros humanos, o que se traduz em custos para a organização. Verifica-se, ainda um excesso de inventário em Armazéns Gerais, indicando ineficiências na gestão de *stocks* e uma reduzida rentabilidade dos recursos. Como tal, torna-se imperativo a melhoria de todos os processos ligados ao aprovisionamento de compras, com o objetivo de manter uma posição competitiva favorável.

O projeto é subdividido em duas partes: a primeira parte é focada na análise e identificação de oportunidades de melhoria nos processos ligados ao aprovisionamento de matérias-primas, materiais de embalagem e outros materiais, com o objetivo de torná-los mais simples, rápidos e eficientes; a segunda parte inclui a gestão do inventário de produtos consumíveis, peças de reserva e materiais refratários, com o objetivo de identificar uma potencial redução da percentagem de itens obsoletos e dos níveis de stock em 3% na fábrica de Avintes.

Relativamente à primeira parte, o método de análise baseou-se essencialmente na identificação de atividades nas quais se verifiquem os desperdícios descritos na filosofia *Lean*, nomeadamente a “espera”, o “excesso de processamento” e as “movimentações desnecessárias”. O contacto com os intervenientes nos processos foi fulcral para a identificação destes desperdícios. Foi identificado um potencial de redução do tempo de trabalho diário em 5,55% no Armazém Geral, em 3% na área de composição, em 10% do aprovisionador de matérias-primas, em 1,11% do aprovisionador de consumíveis, peças de reeserva e refratários e em 16% do aprovisionador de serviços. Adicionalmente, foi identificado um potencial de redução de duas horas e quinze minutos diárias no processo de descarga de matérias-primas e foram eliminadas 12 referências de tabuleiros, cuja utilização era desnecessária. Alguns potenciais resultados qualitativos foram também identificados, como a uniformização e limpeza dos ficheiros e informações mantidas em SAP.

No que diz respeito à segunda parte, a metodologia seguida inclui a recolha e triagem de dados iniciais relativos aos consumos dos artigos, a categorização dos itens segundo a análise ABC/XYZ, a definição de KPIs para a monitorização dos resultados, a redefinição do *stock* de segurança, ponto de reabastecimento e quantidade de encomenda para cada artigo segundo o modelo de revisão contínua, e a separação dos potenciais artigos obsoletos em itens que circulem e que não circulem de modo a adotar uma estratégia adaptada a cada grupo. Foi efetivamente identificado, para o total das cinco fábricas analisadas, um potencial de ganho de 158 154 € associado à alteração do tipo de MRP utilizado no aprovisionamento dos materiais e de 344 002 € associado à redefinição de parâmetros do modelo de gestão de *stocks*. Adicionalmente, 177 893 € foram identificados e confirmados como obsoletos, sendo que 8 060 € foram efetivamente rentabilizados e colocados a circular durante o desenvolvimento deste projeto, através da transferência dos itens para as fábricas onde são consumidos.

Em suma, a empresa deverá readaptar os vários processos de aprovisionamento de compras, tornando-os mais automatizados e intuitivos. Deverá, inclusive, reajustar a forma como redefine os parâmetros associados à política de gestão de *stocks* e o tipo de MRP utilizado por cada artigo. Assim, poderá ser dada continuidade ao trabalho iniciado neste projeto.

Improvement of the procurement processes in glass industry

Abstract

This dissertation emerges in a scenario of expansion of the BA Group, characterized by an increase in the complexity of the supply chain, due mainly to the geographical expansion and internationalization of the company. In BA, it is verified that most of the processes related to procurement are still poorly automated, which consumes unnecessary time and can lead to human errors, which, in turn, translates into organizational costs. It is also verified an excessive inventory in General Warehouses, which reveals inefficiencies in stock management and a low resource profitability. As such, it becomes imperative to improve all processes related to procurement, in order to maintain a favorable competitive position.

The project is divided in two parts: the first part focuses on the analysis and identification of opportunities for improvement in the processes related to the supply of raw materials, packaging and other items, with the aim of making them simpler, faster and more efficient; the second part includes the stock management of consumables, spare parts and refractory materials, with the aim of identifying a potential reduction in the percentage of obsolete items and decrease stock levels in 3% in Avintes plant.

For the first part, the method of analysis was based essentially on the identification of wastes described by the Lean philosophy on the company's procurement activities, namely the "wait", the "excess of processing" and the "unnecessary movements". The interaction with the processes responsible was crucial for the identification of these wastes. A potential reduction in daily working time was identified at 5.55% in the General Warehouse, 3% in the composition area, 10% in the raw material supply, 1.11% in the consumable, spare part and refractory supply and 16% in service providing. In addition, a potential reduction of two hours and fifteen minutes was identified in the raw material daily discharge process and 12 unnecessary tray references were eliminated. Some potential qualitative results were also identified, such as the standardization and cleanliness of files and information maintained in SAP.

With regard to the second part, the methodology followed includes the collection and sorting of initial data related to items consumption, the material categorization according to ABC/XYZ analysis, the definition of KPIs to monitor results, the redefinition of safety stock, replenishment point and order quantity for each article according to the continuous review model, and the separation of potential obsolete items into circulating and non-circulating materials in order to adopt a strategy tailored to each group. Considering the total five factories analyzed, a potential gain of € 158 154 was identified, associated with changes on the MRP type used for materials supply and € 344 002 associated with the redefinition of stock managing model parameters. Additionally, € 177 893 were identified and confirmed as obsolete and € 8 060 of these were effectively monetized during this project development, by transferring these items to the factories in which they are consumed.

Concluding, the company must readapt the various procurement processes by making them more automated and intuitive. The way of defining parameters associated with the stock management policy and the MRP type used by each article should also be adjusted. Thus, the work begun in this project may be continued.

Agradecimentos

A todas as pessoas da BA Glass com quem trabalhei e aprendi durante o desenvolvimento da dissertação e que sempre me fizeram sentir parte da equipa.

À Eng^a. Isabel Monteiro, orientadora da empresa, pela ajuda, apoio, boa disposição e confiança durante o desenvolvimento de todo o projeto.

À Eng^a. Maria João Pires pelas sugestões de melhoria ao longo do desenvolvimento do projeto.

A todos aqueles com quem partilhei os anos de universidade, obrigada pela amizade e companheirismo. Que os nossos caminhos se continuem a cruzar daqui em diante.

À minha família, pelo apoio, não só durante a execução deste projeto, como durante todo o meu percurso académico.

A todas as pessoas que direta ou indiretamente estiveram envolvidas neste projeto.

Índice de Conteúdos

1	Introdução	1
1.1	Apresentação da BA Glass	1
1.2	Enquadramento do projeto e motivação	2
1.3	Objetivos do projeto	3
1.4	Metodologia seguida no projeto	3
1.5	Estrutura da dissertação	4
2	Enquadramento Teórico.....	5
2.1	Logística e cadeia de abastecimento	5
2.2	Processo de aprovisionamento de compras	6
2.3	Gestão de <i>Stocks</i>	9
2.3.1	Análise ABC.....	10
2.3.2	Análise XYZ	11
2.3.3	Modelos de gestão de inventário	13
2.3.4	Modelo de Revisão Contínua.....	15
3	Processo de aprovisionamento de compras.....	17
3.1	As Compras na BA Glass.....	17
3.2	Descrição do processo de aprovisionamento geral.....	18
3.3	Processo de aprovisionamento de matérias-primas e casco	20
3.3.1	Descrição do processo	20
3.3.2	Identificação de problemas e propostas de melhoria.....	22
3.4	Processo de aprovisionamento de materiais de embalagem	27
3.4.1	Descrição do processo	28
3.4.2	Identificação de problemas e propostas de melhoria.....	29
3.5	Processo de aprovisionamento de consumíveis, refratários, peças de reserva e outros	30
3.5.1	Descrição do processo	30
3.5.2	Identificação de problemas e propostas de melhoria.....	31
4	Gestão de <i>stocks</i>	33
4.1	A gestão de <i>stocks</i> na BA	33
4.2	Descrição do problema e da metodologia adotada	34
4.3	Categorização dos artigos.....	34
4.3.1	Recolha e triagem dos dados	35
4.3.2	Análise ABC.....	37
4.3.3	Análise XYZ	38
4.3.4	Matriz ABC/XYZ.....	38
4.4	Redefinição dos parâmetros do modelo de gestão de <i>stocks</i>	40
4.5	Gestão de itens obsoletos.....	45
4.5.1	Análise da percentagem de itens obsoletos	45
4.5.2	Desenvolvimento da solução proposta	46
4.5.3	Resultados obtidos	47
5	Conclusões e perspectivas de trabalho futuro.....	49
	Referências	51
	ANEXO A: Estrutura organizacional da BA Glass	53
	ANEXO B: Análise VED	54
	ANEXO C: Modelo de revisão periódica	55
	ANEXO D: Correspondência entre nível de serviço (α) e fator de serviço (z).....	57
	ANEXO E: Registo dos lotes de matérias-primas e casco tratado rececionados na área de composição	58
	ANEXO F: Entrada de matérias-primas em SAP	59

ANEXO G: Exportação da lista de necessidades dos materiais de embalagem.....	60
ANEXO H: Regras para a utilização dos tabuleiros.....	61
ANEXO I: Fecho de pedidos de compra em aberto no SAP	62
ANEXO J: Valor em <i>Stock</i> dos vários tipos de materiais nas cinco fábricas da Península Ibérica.....	63
ANEXO K: Resultados da análise ABC para as restantes 4 fábricas da Península Ibérica.....	64
ANEXO L: Resultados da análise XYZ para as restantes 4 fábricas da Península Ibérica.....	65
ANEXO M: Número de materiais inseridos na Matriz ABC/XYZ para as restantes 4 fábricas da Península Ibérica.....	66
ANEXO N: Remoção de <i>outliers</i> no cálculo dos KPIs e do <i>lead time</i> (Schwertman, Owens, and Adnan 2004)	67
ANEXO O: Valores KPIs inseridos na Matriz ABC/XYZ para as restantes 4 fábricas da Península Ibérica	68
ANEXO P: Dedução do valor do desvio padrão do consumo diário.....	70
ANEXO Q: Folha de cálculo (Excel) utilizada para a redefinição dos parâmetros do modelo de gestão de <i>stocks</i> na fábrica de Avintes	71
ANEXO R: Comparação entre os valores de KPIs antes e depois de redefinição dos parâmetros da política de gestão de <i>stocks</i>	72
ANEXO S: Folha de cálculo (Excel) utilizada para a identificação de itens que circulam e que não circulam, na fábrica de Avintes	73
ANEXO T: Percentagem de valor em <i>stock</i> de consumíveis, peças de reserva e refratários potencialmente obsoletos e número de materiais, divididos por itens que circulam e não circulam, para cada fábrica.....	74
ANEXO U: Valores em <i>stock</i> (€) obsoletos reduzidos após diálogo com a fábrica da Marinha Grande	75
ANEXO V: Valores em <i>stock</i> (€) obsoletos reduzidos após diálogo com a fábrica da Venda Nova	76

Siglas

AC – Área de Composição

AG – Armazém Geral

AV – Avintes (fábrica)

BA – BA Glass, S.A.

CV – Coeficiente de Variação

KPI – *Key Performance Indicator*

LE – Léon (fábrica)

LT – *Lead Time*

LTD – *Lead Time Demand*

MG – Marinha Grande (fábrica)

MRP – *Material Requirement Planning*

MRP ND - *No planning within SAP*

MRP PD - *Deterministic planning*

MRP VB - *Standard reorder point planning*

NAR – Número de Artigos Reduzidos

OI – *Order Interval*

PR – Ponto de Reabastecimento

SAP - *System Applications Products*

SKU – *Stock Keeping Unit*

SL – *Service Level*

SS – *Safety Stock*

VF – Villafranca de los Barros (fábrica)

VN – Venda Nova (fábrica)

WIP – *Work-In-Progress*

Índice de Figuras

Figura 1 – Localização das fábricas do Grupo BA.....	2
Figura 2 – Cronograma do projeto	4
Figura 3 – Exemplo de uma cadeia de abastecimento simplificada (<i>supply chain</i>).....	6
Figura 4 – Cadeia de valor (Porter, M. E. (1985). <i>Competitive Advantage: creating and Sustaining Superior Performance</i> . THE FREE PRESS.)	7
Figura 5 – Curva ABC (Silver, E. A., Pyke, D. F., & Thomas, D. J. (2017). <i>Inventory and Production Management in Supply Chains</i> (Fourth Edition)).....	10
Figura 6 – Representação do Modelo de Revisão Contínua.....	15
Figura 7 – Representação da sequência de atividades envolvidas em cada tipo de processo de compras.....	18
Figura 8 – Tipos de materiais armazenados em AG.....	19
Figura 9 – Processo geral de aprovisionamento de compras.....	19
Figura 10 – Processo de aprovisionamento de matérias-primas e casco.....	20
Figura 11 – Fluxograma do processo de receção de matérias-primas e casco	21
Figura 12 – Fluxograma do processo de registo das matérias-primas rececionadas no AG	22
Figura 13 – Fluxo de documentação e informação relativos às matérias-primas (<i>AS-IS</i>).....	22
Figura 14 – Informações introduzidas em Excel e em SAP para o registo das matérias-primas rececionadas e a entrada das matérias-primas em AG, respetivamente	23
Figura 15 - Fluxo de documentação e informação relativos às matérias-primas (<i>TO-BE</i>)	25
Figura 16 – Representação do layout da área de composição	27
Figura 17 – Fluxograma do processo de aprovisionamento de materiais de embalagem	28
Figura 18 – Processo de aprovisionamento de consumíveis, peças de reserva e refratários	30
Figura 19 – Fluxograma do processo de conversão das requisições e pedidos de compra de materiais, pelo aprovisionador.....	31
Figura 20 – Fluxograma do processo de realização da entrada de serviços por parte do aprovisionador	31
Figura 21 – Fluxograma do processo de realização de entrada de materiais em AG.....	31
Figura 22 – Triagem dos tipos de material para análise	35
Figura 23 – Triagem do número de materiais incluídos na análise (3ª triagem)	36
Figura 24 – Valor, em euros, do <i>stock</i> de peças de reserva, consumíveis e refratários incluídos na análise	36
Figura 25 – Curva ABC para a fábrica de Avintes.....	37
Figura 26 - Tipos de MRP definidos para cada material, em teoria.....	41
Figura 27 - Tipos de MRP utilizados na fábrica de Avintes atualmente.....	41
Figura 28 – Percentagem de valor (€) em <i>stock</i> , em cada fábrica, relativa a potenciais materiais obsoletos	46

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Limites da classificação ABC.	11
Tabela 2 – Limites da classificação XYZ.....	12
Tabela 3 - Matriz ABC/ XYZ.....	12
Tabela 4 - Estratégias de inventário VS Análise ABC/XYZ	12
Tabela 5 – Valor do nível de serviço VS análise ABC/XYZ	13
Tabela 6 – Definição dos parâmetros utilizados no modelo de revisão contínua.....	14
Tabela 7 – Funções de cada área de compras para cada segmento de compras	17
Tabela 8 – Quadro resumo dos tempos despendidos no registo de informações de guias	24
Tabela 9 – Variações dos resultados relativos à utilização do ficheiro Excel proposto na entrada de matérias-primas no SAP, em AG.....	25
Tabela 10 – Resultados da análise ABC para a fábrica de Avintes.....	37
Tabela 11 – Resultados da análise XYZ para a fábrica de Avintes.....	38
Tabela 12 – Número de materiais em cada categoria da matriz ABC/XYZ para a fábrica de Avintes.....	38
Tabela 13 – Indicadores de <i>performance</i> utilizados	39
Tabela 14 - Taxa de rotação por categoria da análise ABC/XYZ na fábrica de Avintes	39
Tabela 15 – Taxa de cobertura (dias) por categoria da análise ABC/XYZ na fábrica de Avintes	40
Tabela 16 – Taxa de rutura relativa ao fornecimento por categoria da análise ABC/XYZ na fábrica de Avintes	40
Tabela 17 – Potenciais resultados com a alteração do MRP VB para PD/ND para os materiais nas categorias BZ, CY e CZ	41
Tabela 18 – Comparação dos resultados que esperaria obter com os novos parâmetros	43
Tabela 19 – Percentagem de artigos cujo valor (€) em <i>stock</i> médio reduziu após a redefinição dos parâmetros na fábrica de Avintes.....	44
Tabela 20 – Taxa de rotação e de cobertura obtidas antes e depois de redefinição dos parâmetros, na fábrica de Avintes	44
Tabela 21 – Resultados obtidos após contactar com a fábrica de Avintes	48
Tabela 22 – Quadro resumo do potencial de ganho das propostas de melhoria.....	49

1 Introdução

O crescimento de uma empresa, bem como a constante inovação e desenvolvimento tecnológico, traduzem-se numa necessidade cada vez maior em manter uma posição competitiva favorável. Como tal, torna-se fulcral a eficiência de toda a cadeia de abastecimento, reduzindo custos internos e assegurando a satisfação dos clientes.

Uma componente importante da *supply chain* inclui o aprovisionamento de compras. Este processo caracteriza a logística de entrada de produtos numa empresa, garantindo o seu abastecimento. Para assegurar a qualidade dos produtos e serviços prestados, nomeadamente o cumprimento dos prazos de entrega, é necessário aprovisionar correta e atempadamente as matérias-primas e os materiais necessários tanto para a produção como para os vários processos inerentes ao bom funcionamento de uma empresa.

Por um lado, é fundamental saber lidar com a imprevisibilidade da procura dos produtos finais, que naturalmente terá impacto no aprovisionamento das matérias-primas e de alguns materiais. Por outro lado, é crucial ter ao dispor os materiais necessários à atividade de uma empresa, evitando simultaneamente uma acumulação de *stock* desnecessário nos armazéns. Surge, assim, a necessidade de realizar uma eficiente gestão de inventário, implementando técnicas de aprovisionamento adaptadas à importância dos diferentes materiais.

O presente projeto tem como principal objetivo melhorar o atual processo de aprovisionamento de compras da BA Glass, S.A. (doravante designada apenas por BA), incluindo a redução do *stock* e da percentagem de itens obsoletos em Armazéns Gerais.

1.1 Apresentação da BA Glass

A BA é uma empresa nacional que se dedica ao desenvolvimento, fabrico e comercialização de recipientes de vidro para a indústria alimentar, de bebidas, farmacêutica e cosmética, contando com mais de cem anos de história.

Em 1912 foi fundada a sociedade “Barbosa & Almeida”, marcando o início da atividade comercial da empresa, que se dedicava somente à venda de garrafas de vidro. Mais tarde, em 1930, foi iniciada a sua atividade industrial, com a aquisição de uma unidade fabril em Campanhã. Posteriormente, foi implementada uma tecnologia automática de alimentação e moldagem, em detrimento da tecnologia semiautomática pré-estabelecida, melhorando o processo produtivo na fábrica. Em 1969, a unidade fabril em Campanhã foi substituída por uma nova fábrica em Avintes, onde mais tarde se instalou a sede do grupo BA Glass. Esta possuía dois fornos degenerativos que reaproveitavam o calor, sendo pioneira na utilização deste tipo de tecnologia face aos métodos tradicionais de fusão de matérias-primas.

Com o intuito de reforçar a sua posição de liderança em Portugal, crescer no mercado Ibérico e internacionalizar-se, a empresa iniciou nos anos 90 uma fase de expansão, caracterizada pelas seguintes aquisições e construções: aquisição da CIVE (Companhia Industrial Vidreira, S.A.) situada na Marinha Grande (1993); construção da unidade fabril de Villafranca de los Barros em Espanha (1998); aquisição da Vidreira Leonesa, S.A., insituindo-se a unidade fabril de León em Espanha (1999); aquisição da Sotancro na Amadora, instituindo-se a fábrica da Venda Nova (2008); aquisição do grupo polaco Warta Glass (2012), marcando a penetração no mercado da Europa de Leste; aquisição da HNG Global na Alemanha, marcando a expansão para a Europa Central (2016); aquisição da empresa grega Yioula, constituída por quatro fábricas: uma na Grécia, outra na Roménia e duas na Bulgária (2017). A Figura 1 ilustra a distribuição das fábricas do grupo BA Glass pela Europa, identificando-se as fábricas da Península Ibérica.

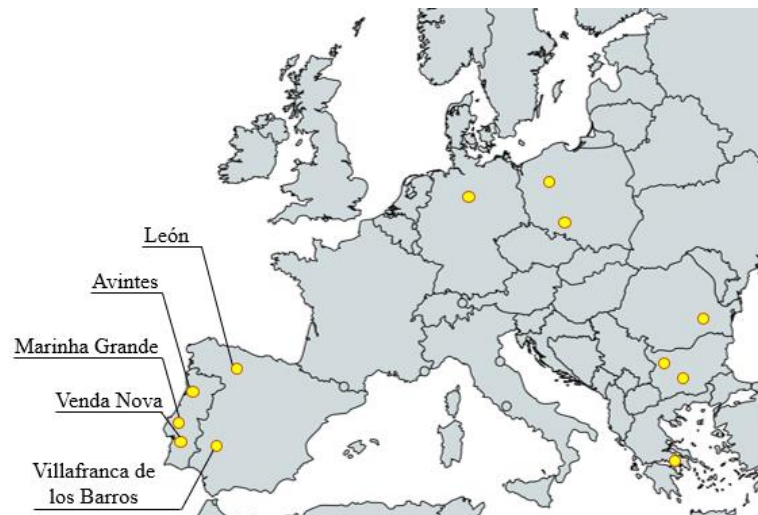


Figura 1 – Localização das fábricas do Grupo BA

Atualmente, a empresa está presente em 7 países e distribui recipientes de vidro para mais de 80 países em todo o mundo. Produz mais de 8 bilhões de embalagens de vidro por ano, em 11 cores diferentes, empregando cerca de 3800 pessoas (BA Glass 2017).

A estrutura organizacional da empresa inclui uma estrutura de compras central, denominada *Corporate Supply Chain*, onde são negociados os grandes segmentos de compras de todo o Grupo BA. No entanto, toda a parte ligada ao aprovisionamento é tratada regionalmente, ou seja, em cada uma das divisões regionais (Ibéria, Europa Central e Sul do Leste Europeu). A Figura A1 e a Figura A2 do Anexo A ilustram a estrutura do *Corporate Supply Chain* e do departamento de Logística da Ibéria, respetivamente, tendo o projeto decorrido na unidade de compras deste último.

1.2 Enquadramento do projeto e motivação

O presente projeto surge no âmbito da unidade curricular Dissertação, do 5º ano do Mestrado Integrado de Engenharia e Gestão Industrial (MIEGI) da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP) e foi desenvolvido na unidade de compras da BA, inserida no departamento de Logística Ibéria.

O trabalho desenvolvido surge num cenário de expansão do Grupo BA, caracterizado pelo aumento do número de fábricas, incremento da complexidade da cadeia de abastecimento e pela crescente internacionalização da empresa. De facto, prevê-se um crescimento do volume de vendas, que terá de ser sustentado por um maior volume de produção que, por sua vez, terá impacto nas matérias-primas e materiais que é necessário adquirir. Para além do referido, este processo encontra-se ainda pouco automatizado, consumindo tempo desnecessário e podendo dar lugar a erros, o que se traduz em custos significativos para a empresa. Como tal, torna-se fulcral a melhoria e otimização dos processos envolvidos, nomeadamente a agilização e uniformização do aprovisionamento de compras dos vários centros do grupo, desde a identificação das necessidades de compra até ao pagamento das faturas.

Adicionalmente, verifica-se um elevado nível de *stock* e de itens obsoletos nos cinco armazéns gerais da BA na Península Ibérica, representando capital estagnado para a empresa.

Este projeto surge, assim, com o intuito de identificar e colmatar as principais fragilidades e lacunas nos processos de aprovisionamento, reduzindo os inventários em armazéns gerais e consequentemente, os custos associados.

1.3 Objetivos do projeto

O problema que este projeto visa solucionar prende-se com a melhoria dos processos de aprovisionamento de compras, utilizando a fábrica de Avintes como piloto para testes e melhorias a implementar.

Para este efeito, foram definidos os seguintes objetivos no início do projeto:

- Desenho da situação atual do processo de aprovisionamento de compras na fábrica de Avintes;
- Identificação das principais fragilidades e oportunidades de melhoria no processo de aprovisionamento na fábrica de Avintes;
- Desenho de uma solução futura;
- Potencial redução do *stock* de produtos consumíveis, peças de reserva e produtos refratários em Armazém Geral em 3% na fábrica de Avintes;
- Potencial redução da percentagem de *stock* obsoleto e de pontos de reabastecimento.

1.4 Metodologia seguida no projeto

Numa empresa como a BA, existe uma disparidade entre o processo de aprovisionamento de matérias-primas, material de embalagem e o de materiais consumíveis, refratários e peças de reserva. De facto, estes processos passam por fases diferentes, sendo utilizadas diferentes técnicas para o seu aprovisionamento.

Assim, este projeto subdivide-se em duas grandes partes:

- Melhoria do processo de aprovisionamento de matérias-primas e casco (vidro para reciclagem), material de embalagem e outros materiais – inclui essencialmente a sua simplificação, tornando-o mais rápido e eficiente com o auxílio de ferramentas;
- Gestão dos níveis de *stock* de produtos consumíveis, peças de reserva e produtos refratários em Armazém Geral - inclui essencialmente a potencial redução do *stock*, dos pontos de reabastecimento e da percentagem de itens obsoletos.

A metodologia seguida para enfrentar estas grandes etapas foram:

1. Compreensão e descrição da situação atual: levantamento dos processos, desde que são detetadas as necessidades de compra até à receção dos materiais na empresa. As abordagens utilizadas nesta fase incluem essencialmente a observação e interação com os responsáveis e intervenientes envolvidos nos processos;
2. Análise e identificação de oportunidades de melhoria: identificação de lacunas nos processos, análise de fatores que afetam o seu desempenho, análise de tempos e apresentação de propostas de melhoria;
3. Fase de literatura: estudo de *best practices* e definição de KPIs para a monitorização de resultados relativos à gestão de *stocks*;
4. Desenvolvimento da solução *To-Be*: apresentação de sugestões de melhoria e de medidas de redução dos níveis de inventário, desenvolvidas no decorrer do estágio curricular.

A Figura 2 ilustra o cronograma da execução do projeto.

Atividades	CRONOGRAMA DO PROJETO																	
	Semanas																	
	Fevereiro			Março				Abril				Maio				Junho		
	11-15	18-22	25-01	04-08	11-15	18-22	25-29	01-05	08-12	15-19	22-26	06-10	13-17	20-24	27-31	03-07	10-14	
Integração na empresa																		
Levantamento da situação atual na fábrica de Avintes																		
Identificação das oportunidades de melhoria																		
Recolha e análise de dados																		
Literatura / Best practices																		
Desenvolvimento da solução To-Be																		
Apresentação dos resultados à BA Glass																		
Desenvolvimento da dissertação																		

Figura 2 – Cronograma do projeto

1.5 Estrutura da dissertação

A presente dissertação encontra-se subdividida em cinco capítulos distintos.

No primeiro capítulo a empresa foi apresentado de modo sucinto, bem como o contexto em que o projeto surge, os seus objetivos e a metodologia utilizada para abordar o problema.

No segundo capítulo é apresentado um enquadramento teórico relativo aos conceitos aplicados durante o desenvolvimento do projeto: primeiramente são analisados aspetos relacionados com logística e cadeia de abastecimento; seguidamente são avaliados aspetos relativos ao aprovisionamento de compras, nomeadamente o seu posicionamento na cadeia de valor, os objetivos e processos de compras e algumas práticas de melhoria; por fim, são apresentados e analisados os vários métodos de gestão dos níveis de inventário, nomeadamente as análises ABC, XYZ e os modelos de gestão de *stocks*.

O terceiro capítulo inicia com a análise dos processos de aprovisionamento atuais da empresa, no que toca a matérias-primas e casco, materiais de embalagem e materiais consumíveis, peças de reserva e refratários. Posteriormente são apresentadas as várias fragilidades identificadas nestes processos, culminando com a descrição de propostas de melhoria.

No quarto capítulo é realizada uma breve descrição do atual processo de gestão de *stocks*, seguindo-se a apresentação do problema e da metodologia adotada para o abordar. Neste capítulo são apresentados os passos seguidos com o intuito de reduzir o valor monetário desnecessário existente em inventário, desde a triagem dos dados alvo de análise até à implementação do modelo de gestão de *stocks* e ao desenvolvimento de uma solução *To-Be*.

Por fim, no quinto capítulo, são sumariadas as conclusões obtidas durante o projeto. São, também, apresentadas propostas de trabalho futuro, numa perspetiva da empresa e numa perspetiva académica.

2 Enquadramento Teórico

Neste capítulo são abordadas as várias áreas relevantes para o presente projeto, realizando-se uma breve revisão da literatura existente. Os temas analisados incluem conceitos relacionados com logística e cadeia de abastecimento, aprovisionamento de compras e gestão de inventários.

2.1 Logística e cadeia de abastecimento

O *Council of Supply Chain Management Professionals* (2016) define logística como a componente da cadeia de abastecimento responsável por planear, implementar e controlar o eficiente fluxo e armazenamento de bens, serviços e informação relacionada, desde o ponto de origem até ao ponto de consumo, com o objetivo de satisfazer os requisitos dos clientes.

Na sequência desta definição e ainda de acordo com o *Council of Supply Chain Management Professionals* (2016), a gestão logística inclui diversas atividades, como a gestão dos transportes de entrada e saída, gestão da frota, armazenamento, manuseamento de materiais, cumprimento dos pedidos, desenho da rede logística (*network design*), gestão de inventários, planeamento do abastecimento e da procura e, por fim, a gestão de prestadores de serviços logísticos *third party*. Para além do referido, a logística engloba também atividades de *sourcing*, aprovisionamento, planeamento da produção e *schedulling*, *packaging*, *assembly* e serviço ao cliente, podendo haver *nuances* na extensão deste conceito de empresa para empresa. Os processos logísticos envolvem os três níveis de planeamento: estratégico (inclui o desenho da rede logística - longo prazo), tático (gestão do fluxo de material - médio prazo) e operacional (agendamento da operações – curto prazo) (Schmidt and Wilhelm 2000). A gestão logística é uma função que procura coordenar e otimizar todas as atividades logísticas, assim como integrar estas atividades com outras funções, nomeadamente o marketing, as vendas, a produção, a área financeira e as tecnologias de informação.

A rede logística é constituída por um conjunto de instalações, nomeadamente as fábricas, armazéns e centros de distribuição, conectados por serviços de transporte, havendo um custo associado a todos estes componentes. Um dos objetivos da logística é, assim, assegurar a eficácia ao longo de todo o sistema, minimizando os custos de transporte, distribuição e armazenamento de matérias-primas, material em processo (WIP) e produtos acabados (Simchi-Levi, Kaminsky, and Simchi-Levi 2008).

Devido à complexidade do sistema logístico e de modo a simplificar a sua análise, Dornier *et al.* (2000) dividem-no em dois segmentos:

- Logística de entrada – inicia-se nos fornecedores e no abastecimento da cadeia de abastecimento com todos os materiais necessários ao fabrico (aprovisionamento), passa pela produção dos componentes e termina na montagem final do produto.
- Logística de saída – inicia-se no produto acabado, passa pelo armazenamento e distribuição e termina na entrega do produto ao cliente.

Uma eficiente gestão logística garante que cada atividade agregue valor para a empresa, devendo ser identificadas e eliminadas todas as operações que não adicionem valor considerável. Valor define-se como a quantidade que os compradores estão dispostos a pagar pelos produtos ou serviços de uma empresa (Porter 1985). Para facilitar a identificação deste tipo de atividades, Taiichi Ohno (1997) definiu sete desperdícios, inseridos na filosofia *Lean*:

- **Excesso de produção** – produção em maiores quantidades ou mais cedo do que o necessário, gerando custos com excesso de pessoal, armazenamento de inventário e transporte devido ao *stock* excessivo;
- **Espera** – quando trabalhadores tem de esperar a chegada de um material, produto, ferramenta ou informação da etapa anterior, gerando-se um *bottleneck* no processo;

- **Transporte** – inclui movimentações desnecessárias de produtos e ferramentas, bem como rotas de abastecimento ou de entrega não otimizadas;
- **Excesso de processamento** – realização de atividades desnecessárias, não uniformizadas ou que não acrescentem valor ao produto final, do ponto de vista do cliente;
- **Excesso de stock** – excesso de matérias-primas, produtos WIP e produtos acabados, causando obsolescência, produtos danificados e custos de armazenagem;
- **Movimentações desnecessárias** – movimentações desnecessárias de pessoal, documentação ou informação;
- **Defeitos** – quando um produto acabado ou intermediário não respeita os requisitos de qualidade.

Devido aos elevados custos associados e à sua importância na cadeia de abastecimento, atualmente, a logística é encarada como um “elemento diferenciador” desempenhando um papel crítico na obtenção de vantagem competitiva por parte de uma organização (Soares 2015). De facto, a crescente concorrência e internacionalização, aliada à cada vez maior exigência do mercado nacional e global, a redução do ciclo de vida dos produtos, o crescimento da internet e o facto dos consumidores estarem cada vez mais bem informados, tem forçado as empresas a tornarem-se mais competitivas e a terem uma maior capacidade de resposta ao mercado com estratégias mais inovadoras e eficazes, tópicos onde a logística desempenha um papel fulcral (Kovacs and Kot 2016).

Por outro lado, o conceito de cadeia de abastecimento (*supply chain*) consiste num termo mais abrangente, uma vez que engloba não só as atividades logísticas, mas também o planeamento da procura, as compras, a produção, a melhoria contínua, o serviço ao cliente, desenvolvimento de novos produtos, *marketing*, entre outros. Como tal, a gestão da cadeia de abastecimento inclui todas as etapas envolvidas, direta ou indiretamente, no atendimento do pedido de um cliente (Chopra and Meindl 2016). Na Figura 3 pode-se observar uma cadeia de abastecimento simplificada, bem como os principais custos associados.

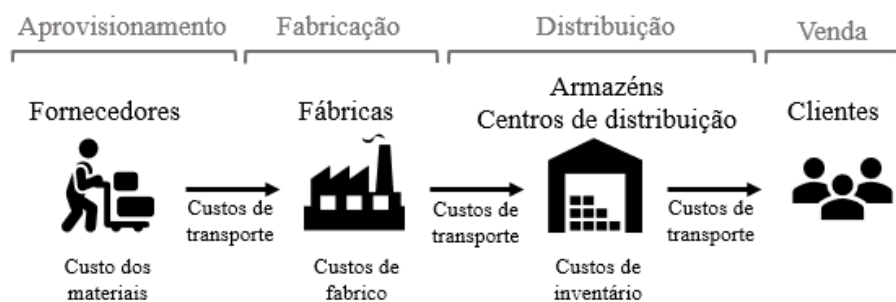


Figura 3 – Exemplo de uma cadeia de abastecimento simplificada (*supply chain*)

A principal preocupação de uma *supply chain* é a eficiente integração de fornecedores, fábricas, armazéns e lojas, de forma a permitir que os produtos sejam fabricados e distribuídos nas quantidades certas, para os locais certos e no tempo certo, minimizando o custo total do sistema, maximizando a satisfação dos clientes e agilizando a resposta aos seus pedidos.

2.2 Processo de aprovisionamento de compras

O processo de aprovisionamento ou *procurement* encontra-se inserido na logística de entrada de uma empresa e sua posição na cadeia de abastecimento pode ser observada na Figura 3, pré-apresentada. Este processo consiste na aquisição de bens e serviços, de acordo com critérios pré-estabelecidos por uma organização, englobando atividades como pesquisa de mercado,

avaliação de fornecedores (auditorias), negociação de contratos e as compras (Monczka et al. 2009). Este último conceito (“compras”) é frequentemente confundido com o termo “aprovisionamento”. Enquanto que as compras se referem ao ato de encomenda e receção dos materiais inerentes ao funcionamento de uma empresa, a noção de aprovisionamento engloba também a estratégia associada a estes procedimentos. No entanto, como estes termos se inter-relacionam bastante, vai haver uma alternância entre estes dois vocábulos ao longo do texto.

Com o aumento da competitividade do mercado, o aprovisionamento das compras tem assumido um papel cada vez mais importante numa empresa, desempenhando uma função fundamental na cadeia de valor. Segundo Porter (1985), todas as atividades de uma empresa podem ser representadas com recurso a uma cadeia de valor, ilustrada na Figura 4. Esta é constituída por atividades primárias e secundárias. As atividades primárias que são aquelas que estão envolvidas diretamente no fabrico do produto ou fornecimento do serviço, a sua venda e serviços de pós-venda. As atividades de suporte têm como principal função auxiliar as atividades primárias, fornecendo a infraestrutura, os *inputs* necessários, recursos humanos e tecnologia. Todas estas atividades (primárias e secundárias) tem como principal intuito produzir valor para a empresa e a obtenção de margens de lucro satisfatórias.

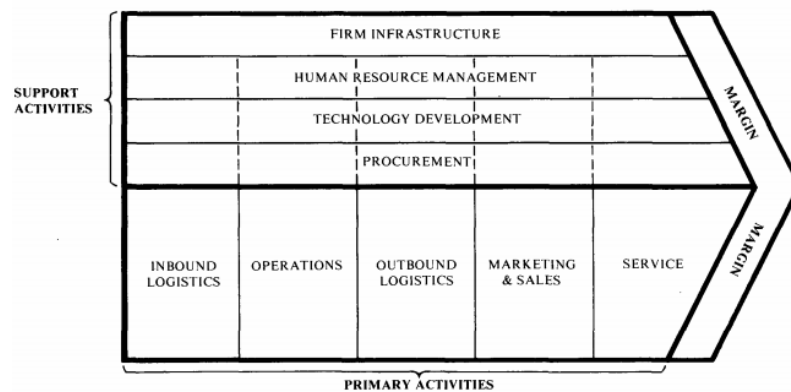


Figura 4 – Cadeia de valor (Porter, M. E. (1985). Competitive Advantage: creating and Sustaining Superior Performance. THE FREE PRESS.)

O aprovisionamento de compras insere-se nas atividades de suporte e, como tal, fornece um serviço aos clientes internos. Para além de desempenhar um papel crucial na comunicação com fornecedores e na aquisição dos bens necessários direta ou indiretamente ao processo produtivo, o aprovisionamento auxilia também na resposta aos requisitos de materiais e serviços associados às várias atividades internas (Monczka et al. 2009).

Os custos de atividades de aprovisionamento em si, normalmente, representam uma pequena porção dos custos totais de uma empresa, no entanto, têm um elevado impacto no custo geral associado às suas atividades e na sua diferenciação. Melhorias das práticas de compras vão desencadear, desta forma, reduções e aumentos significativos no custo e na qualidade dos inputs comprados, respetivamente, bem como suportar a interação com os fornecedores e atividades internas que recebem e consomem materiais (Porter 1985).

O papel das compras tem mudado bastante ao longo dos últimos anos, ultrapassando a função tradicional de aquisição de bens e serviços necessários aos processos internos. De facto, segundo Monczka (2009), os principais objetivos das compras são:

- **Promover a continuidade do abastecimento** – fornecer um fluxo ininterrupto de produtos e serviços de qualidade requeridos pelos clientes internos. Inclui a compra dos produtos e serviços ao preço certo, à fonte certa, com as especificações adequadas, com a qualidade certa e o fornecimento do cliente interno certo no tempo certo;
- **Gerir o processo de compras de modo eficiente** – gestão eficiente dos recursos limitados disponíveis. Inclui a determinação do número de funcionários adequados,

definição de responsabilidades, o desenvolvimento de *budgets* administrativos, o fornecimento de formações e oportunidades de crescimento aos trabalhadores e introduzir sistemas de pagamento transparentes e eficientes;

- **Desenvolver a gestão da base de fornecimento** – inclui a seleção de fornecedores adequados, melhoria das relações com fornecedores externos e desenvolvimento e manutenção do fornecimento, de modo a obter vantagens no custo, qualidade dos produtos, tecnologia, serviço de entrega, entre outros;
- **Alinhar objetivos com os *stakeholders* internos** – inclui a comunicação frequente e desenvolvimento de relações positivas com os clientes internos, ouvindo as suas opiniões e reclamações de modo a melhorar o aprovisionamento de compras;
- **Auxiliar no alcance dos objetivos da empresa** – os objetivos das compras devem estar alinhados com os objetivos da organização, uma vez que estas podem influenciar diretamente a performance de uma empresa;
- **Desenvolver estratégias de compras integradas** – inclui a integração dos funcionários das compras em reuniões com gestores executivos e a sua participação no planeamento estratégico da empresa, uma vez que podem ter uma visão mais realista do mercado e dos produtos e serviços cruciais ao bom funcionamento da empresa.

Por outro lado, existem diferentes fases associadas ao processo de compras em si. A sua definição varia de autor para autor e de organização para organização, no entanto, as etapas fundamentais incluem:

- Surgimento da necessidade – devem ser determinadas as especificações de compra dos produtos e serviços que é necessário adquirir, como a sua quantidade e qualidade;
- Identificação e seleção do fornecedor – devem ser desenvolvidos procedimentos que permitam selecionar o fornecedor adequado, de modo eficaz;
- Criação da ordem de compra ao fornecedor – devem ser desenvolvidas rotinas eficientes de colocação e de gestão das ordens de compra;
- Seguimento da ordem de compra – os termos acordados devem ser respeitados;
- Receção, inspeção dos materiais e pagamento;

Outra atividade que pode ser incluída consiste na negociação com fornecedores, de modo a estabelecer um contrato no qual parâmetros como o preço, tempo de entrega e a qualidade dos produtos a fornecer sejam definidos, garantindo um serviço satisfatório para ambas as partes (Carvalho 2010).

As empresas ganham vantagem competitiva ao realizarem estas atividades de forma mais eficaz do que os competidores. Uma das estratégias cada vez mais adotadas consiste na utilização de sistemas de informação para automatizar tarefas diárias de preparação de ordens de compra. De facto, preparar e gerir os documentos de compra pode ser um processo demorado e a maioria das empresas tem procurado simplificar o seu fluxo, reduzindo a quantidade e o manuseamento de documentação alusiva a cada compra. Ao conjunto de ferramentas utilizadas para tornar o processo de compras mais eficiente chama-se “*e-procurement*”, permitindo automatizar o processo de geração de documentos de compra e a sua transmissão eletrónica aos fornecedores. Outra estratégia adotada para melhorar os processos de compras consiste na redução do tempo e esforço associados à aquisição de itens ou serviços de pouco valor para a empresa (Monczka et al. 2009). Para além disso, alguns dos sete desperdícios inseridos na filosofia *Lean*, definidos na secção 2.1, devem ser reduzidos, nomeadamente o excesso de processamento e as movimentações desnecessárias associadas aos processos de compra.

A metodologia para melhorar o processo de aprovisionamento de compras deve ser constituída por três fases: análise e mapeamento dos processos atuais, posterior identificação de fragilidades e oportunidades de melhoria dos processos e, por fim, rever os processos e documentos no sentido de corrigir as ineficiências.

2.3 Gestão de Stocks

O inventário é um termo que engloba os produtos ou recursos utilizados por uma empresa que se encontram disponíveis em *stock*. Pode ser tipificado em três principais categorias, tendo em conta a fase em que se encontra no processo de agregação de valor: matérias-primas (*inputs* do processo produtivo), materiais WIP (em vias de fabrico/ parcialmente completos) e produtos finais (produtos completos disponíveis para venda a um cliente interno ou externo). Outras categorias incluem o inventário de peças de reserva, consumíveis, produtos para revenda e para reparar, entre outros. Cada um destes tipos de inventário deverá utilizar um sistema de controlo de *stocks* ajustado que permita a redução dos custos do sistema e a melhoria do nível de serviço¹, o que pode representar uma tarefa difícil uma vez que se deve considerar as interações entre os vários níveis de uma cadeia de abastecimento. No entanto, os benefícios da determinação destes mecanismos de controlo podem ser bastante significativos (Simchi-Levi, Kaminsky, and Simchi-Levi 2008).

Por um lado, o *stock* desempenha algumas funções bastante positivas num sistema logístico. Segundo Simchi-Levi (2008), alguns dos motivos inerentes à existência de inventário são:

- **Proteção contra mudanças repentinas da procura** – a procura de determinado produto tem sempre alguma imprevisibilidade e incerteza associada. Por vezes, as previsões da procura e das vendas não coincidem com a procura real, sendo necessária a manutenção de um *stock* de segurança que permita absorver estas oscilações;
- **Proteção contra variações do *lead time* (tempo de entrega) dos fornecedores** – por vezes, os fornecedores demoram mais tempo do que o previsto a entregar os materiais encomendados, sendo necessária a manutenção de um *stock* de segurança que evite a rutura/*stockout* (material não se encontra disponível quando é necessário para consumo);
- **Geração de economias de escala no transporte** – normalmente, as transportadoras oferecem descontos quando o volume de carga é maior, ou seja, quanto maior for a quantidade transportada, menor o preço por unidade cobrado. A acumulação de *stock* em armazém é, desta forma, potenciada;
- **Buffer entre operações independentes** – permite amortecer variações nos tempos dos processos, reduzindo a necessidade de sincronismo dos processos sequenciais de um produto e evitando paragens na produção.

Por outro lado, existem vários tipos diferentes de custos associados ao inventário: **1.** custo de detenção de *stock* (*inventory holding costs*), que consiste no custo de manter um item em inventário por um período específico; **2.** custo de *setup/ production change*, que representa o custo de obter os materiais necessários, preparar o *setup* de equipamentos e retirar o inventário anterior de materiais aquando de mudanças na produção; **3.** custo de encomenda (*ordering costs*), que consiste no custo fixo do sistema e do pessoal para colocar, enviar e auditar ordens de reabastecimento; **4.** custo de rutura (*shortage costs*), que quantifica o custo das vendas e da produção perdidas, dos atrasos, do tempo de trabalho desperdiçado e o impacto na reputação da empresa quando os materiais não estão disponíveis quando necessário (Jacobs and Chase 2013).

¹ Probabilidade de não ocorrer *stockout* durante o tempo de entrega do fornecedor (*service level*).

Normalmente, o inventário corresponde a um investimento significativo das organizações, constituindo capital estagnado, devendo, por isso, haver esforços no sentido de racionalizá-lo. As vantagens e desvantagens da manutenção de *stock* devem ser balanceadas, de modo a serem adquiridas exatamente as quantidades necessárias de recursos: nem em muito poucas quantidades (poderia levar a uma situação de rutura de *stocks* – *stockout*) nem em quantidades excessivas (poderia levar a uma situação de acumulação de inventário que não é necessário, acarretando custos para a empresa, como previamente referido). Em suma, o inventário deve ser mantido no mínimo nível possível, sem sacrificar significativamente o nível de serviço.

Segundo Partovi e Anandarajan (2002), tipicamente, existem centenas de tipos diferentes de materiais num ambiente empresarial, o que aumenta significativamente a complexidade de análise e dificulta a gestão eficiente dos inventários. Deste modo, o primeiro passo para uma boa gestão de *stocks* e consequente redução de custos, consiste na categorização dos produtos, isto é, na separação dos itens em subgrupos, com o intuito de aplicar uma política ajustada às características de cada subgrupo. Algumas das ferramentas utilizadas para separar os itens em categorias, nomeadamente a análise ABC, XYZ e VED, são abordadas nos subcapítulos seguintes.

2.3.1 Análise ABC

A análise ABC é uma ferramenta bastante utilizada para a categorização dos produtos, que permite a separação dos SKUs² (*stock keeping units*) em três classes diferentes (A, B ou C), utilizando como critério de separação o valor da procura, de venda dos materiais (aplica-se aos produtos finais), do consumo anual de materiais (aplica-se às matérias-primas e restantes materiais de entrada no sistema logístico que são consumidos e não são vendidos), o valor em *stock*, o custo total anual do material, entre outros (Liu et al. 2016).

A base desta análise é o princípio de Pareto ou regra do 80/20, que afirma que, na maioria dos eventos, aproximadamente 80% dos efeitos são consequência de 20% das causas, ou seja, verifica-se que a maior parte do valor investido se concentra num número diminuto de artigos (Dunford et al. 2014).

Para realizar uma boa análise ABC, primeiramente, deve-se determinar o período de análise e definir corretamente o valor do critério de separação, com recurso aos dados históricos do período de análise. De seguida, os artigos deverão ser ordenados por ordem decrescente do valor do critério, sendo a divisão realizada com base nesse valor. Os montantes cumulativos da percentagem de consumo e os valores cumulativos do número de SKUs em inventário dão origem a um gráfico como o da Figura 5.

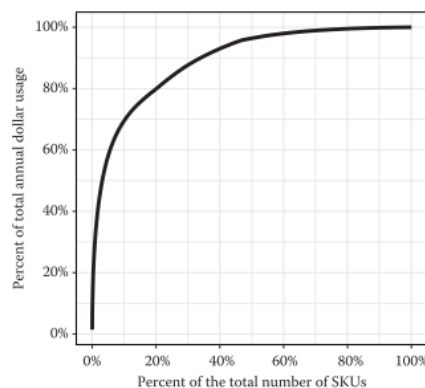


Figura 5 – Curva ABC (Silver, E. A., Pyke, D. F., & Thomas, D. J. (2017). *Inventory and Production Management in Supply Chains* (Fourth Edition))

² “item of stock that is completely specified as to function, style, size, color, and, often, location” (Silver, Pyke, and Thomas 2017, 28)

A estratégia de vigilância dos *stock* varia consoante a categoria em que o material se encontra inserido (Reis 2008). Apesar de existirem algumas divergências quanto às percentagens atribuídas a cada classificação, na Tabela 1 pode-se observar o modo como as categorias são definidas em teoria, segundo Yang (2009), bem como as características e a estratégia de vigilância a aplicar a cada subgrupo.

Tabela 1 - Limites da classificação ABC

Categoria	Valor do critério (%)	Nº de SKUs (%)	Características	Estratégia
A	80%	20%	Artigos de maior valor (minoria dos artigos) -mais importantes.	Maior atenção e vigilância. Maior potencial de ganhos. Compras centralizadas.
B	15%	30%	Grupo intermédio.	Vigilância mediana.
C	5%	50%	Artigos de menor valor (maioria dos artigos).	Baixa vigilância. Averiguar se é necessário manter <i>stock</i> dos itens. Compras descentralizadas.

A análise ABC apenas é bem-sucedida quando o inventário a ser classificado é relativamente homogéneo e a principal diferença entre os artigos é o valor do critério pré-definido. Assim, uma das desvantagens desta análise é que, num ambiente empresarial, existem milhares de produtos que muito provavelmente não são homogéneos, pelo que a análise ABC tradicional, em prática, poderá não fornecer uma boa classificação dos produtos (Ramanathan 2006). Outra desvantagem da análise tradicional prende-se com o facto de ser baseada em uma única dimensão (valor do critério selecionado), que não permite discriminar todos os potenciais parâmetros a controlar para os diferentes tipos de artigos (Braglia, Grassi, and Montanari 2004). De facto, um artigo pode ter um valor monetário menor e simultaneamente ser crítico para uma empresa, necessitando de uma atenção especial.

Não obstante, este método, quando utilizado de forma correta, ajuda significativamente na gestão eficiente dos *stocks*, uma vez que permite a focalização do estudo nos produtos mais relevantes (materiais A), que merecem uma análise detalhada e um controlo apertado (Braglia, Grassi, and Montanari 2004). É um método simples que ajuda a economizar esforços e a obter melhores resultados. Permite também a identificação dos produtos menos relevantes para uma empresa, devido ao seu valor reduzido de consumo ou procura (materiais C).

Para uma classificação mais rigorosa, como é pretendido neste projeto, a análise ABC deve ser complementada, ou com uma análise XYZ (secção 2.3.2) ou com uma análise VED (Anexo B).

2.3.2 Análise XYZ

A análise ABC divide os produtos consoante, por exemplo, o valor do seu consumo anual, mas não analisa o padrão desse consumo. Ou seja, um produto pode-se ser classificado como A devido ao elevado valor do seu consumo, no entanto, pode apenas ter sido consumido uma ou duas vezes no ano (elevada variabilidade do consumo). Assim, é fundamental realizar uma segunda análise que classifique os artigos tendo também em conta a estabilidade do critério estabelecido (ex.: consumo ou procura). É neste contexto que surge a análise XYZ.

Tal como a análise ABC, a análise XYZ categoriza os produtos em três classes diferentes (X, Y e Z), tendo em conta a estabilidade/variabilidade do critério pré-estabelecido, ou seja, da procura, consumo, valor em *stock* ou outro (Scholz-reiter et al. 2012).

O primeiro passo para realizar esta análise é agregar o consumo dos materiais (ou outro critério pré-definido) no período de análise em meses, semanas ou outro. Posteriormente, o coeficiente de variação (CV) deve ser calculado para cada material. Este será o indicador de estabilidade do consumo utilizado para separar os materiais em categorias e é definido pelo quociente entre o desvio padrão dos consumos (σ) e o consumo médio (μ), como demonstra a equação (2.1).

$$CV = \frac{\sigma}{\mu} \quad (2.1)$$

Onde:

CV, é o coeficiente de variação
 σ , é o desvio padrão dos consumos
 μ , é o consumo médio

Segundo Scholz-Reiter (2012), os valores do coeficiente de variação utilizados para separar os produtos em X, Y e Z encontram-se definidos na Tabela 2.

Tabela 2 – Limites da classificação XYZ

Categoria	CV	Características	Precisão da previsão
X	$CV < 0,5$	Consumo contante, com reduzida flutuação	Alta
Y	$0,5 \leq CV \leq 1$	Fortes flutuações, devido essencialmente a tendências e sazonalidade	Média
Z	$CV > 1$	Consumo muito irregular ou <i>random</i>	Baixa

Os artigos classificados em X, como apresentam um consumo mais contante e, por isso, mais previsível, podem ser mantidos com um nível de inventário mais baixo, não havendo necessidade de manter um *stock* de segurança alto, e simultaneamente, o nível de serviço não fica comprometido. Os produtos Y apresentam um consumo menos constante, o que obriga a uma maior vigilância dos níveis de inventário e do *stock* de segurança. Os artigos Z, devido ao seu padrão irregular de consumo, necessitam de valores superiores de *stock* de segurança.

A integração da análise ABC e XYZ resulta na matriz ABC/XYZ, que permite obter uma visão geral sobre a quantidade consumida de um artigo numa organização e, simultaneamente, o seu padrão/ciclicidade de consumo. A Tabela 3 ilustra esta matriz e a Tabela 4 indica as diferentes estratégias de inventário a adotar para cada categoria (Stojanović and Regodić 2017).

Tabela 3 - Matriz ABC/ XYZ

<div>Análise Análise ABC</div> <div>Análise XYZ</div>	X	Y	Z
A	AX	AY	AZ
B	BX	BY	BZ
C	CX	CY	CZ

Tabela 4 - Estratégias de inventário VS Análise ABC/XYZ

Análise Análise ABC	Análise XYZ	X	Y	Z
A	Inventário reduzido	Inventário reduzido	Inventário intermédio	
B	Inventário reduzido	Inventário intermédio	Inventário intermédio	
C	Inventário reduzido	Inventário alto	Inventário alto	

A integração destas duas classificações permite agrupar artigos com características semelhantes e, desta forma, selecionar estratégias de gestão de inventário adaptadas a cada grupo (Zenkova 2018). Apesar das estratégias de inventário definidas na Tabela 4 conduzirem a um valor inferior

em *stock*, um nível de serviço (SL) mínimo deve ser mantido para cada categoria, como se pode observar na Tabela 5 (Rădăşanu 2016) (valores de SL variam de autor para autor). O objetivo é obter níveis ótimos de inventário para cada produto, minimizando os custos de inventário para a empresa e, simultaneamente, mantendo um nível de serviço satisfatório.

Tabela 5 – Valor do nível de serviço VS análise ABC/XYZ

Análise ABC \ Análise XYZ	X	Y	Z
A	98%	96%	94%
B	96%	94%	92%
C	94%	92%	90%

Naturalmente, os materiais classificados como AX deverão evidenciar um nível de serviço mais elevado, uma vez que são os materiais mais consumidos e com maior frequência, devendo apresentar uma reduzida probabilidade de ocorrência de rutura de *stocks*. Por outro lado, os materiais CZ poderão apresentar um nível de serviço mais baixo, uma vez que uma situação de *stockout* terá menos impacto para a empresa, comparativamente com os materiais AX (Simchi-Levi, Kaminsky, and Simchi-Levi 2008). Note-se que a probabilidade inversa, ou seja, $1-\alpha$, corresponde à probabilidade de ocorrer rutura, ou seja, de haver *stockout* durante o *lead time* – quando a procura/consumo do material durante o *lead time* é superior à quantidade definida no ponto de reabastecimento.

Como previamente referido, a análise ABC pode também ser complementada com uma análise VED, que avalia os materiais quanto à sua criticidade (ver Anexo B). Uma das desvantagens deste método prende-se com o facto de o grau de criticidade dos materiais ser um critério um tanto subjetivo e de difícil definição para alguns materiais (Roda, Macchi, and Fumagalli 2014). Para além disso, em ambientes empresariais existe, geralmente, um elevado número de materiais, pelo que avaliar a criticidade de cada um dos materiais isoladamente poderá ser um processo moroso e complexo. Todavia, a análise VED evita que ocorram catástrofes na gestão de inventário, uma vez que a identificação dos materiais mais críticos é fundamental para evitar situações de *stockout* para estes itens, mesmo que os materiais apresentem um valor de consumo reduzido (categoria C).

2.3.3 Modelos de gestão de inventário

Um sistema de inventário é constituído por um conjunto de políticas de controlo dos níveis de inventário que permitem determinar que nível de *stock* deverá ser mantido, quando deve ser reabastecido e o tamanho das encomendas (Xiong and Petri 2005). Para uma gestão eficiente de inventário, é necessário estabelecer o compromisso/ *trade-off* certo entre três objetivos:

- **Fornecer um elevado nível de serviço aos clientes** – assegurar o fornecimento dos produtos certos, no sítio certo e no tempo certo;
- **Minimizar os custos relacionados com inventário** (*ordering costs* e *holding costs*) – apesar das empresas desejarem minimizar estes custos, estes devem ser balanceados com um nível satisfatório de serviço. Efetivamente, o nível de serviço tende a ficar prejudicado quando os custos de inventários são reduzidos em demasia;
- **Maximizar a performance operacional** - assegurar que as atividades operacionais são melhoradas e não ficam prejudicadas com a estratégia de gestão de inventário.

Após a categorização dos produtos, seja utilizando a matriz ABC/XYZ ou ABC/VED, é fundamental identificar o tipo de sistema de controlo de inventário que é ou deve ser utilizado

para a gestão dos *stocks*, de modo a definir corretamente o nível de *stock* a ser mantido, quando e quanto encomendar, tendo em conta a categoria na qual o produto se insere. Cada modelo apresenta as suas especificidades, pelo que uma empresa deverá selecionar aquele que melhor se aplique à sua realidade e à política de gestão definida pela administração.

Segundo Ziukov (2015), os modelos de controlo de inventário podem ser classificados em relação ao período, separando-se essencialmente em dois grandes grupos:

- **Modelos de período único** – utilizados quando o ciclo de vida do produto é muito curto, ou seja, quando é necessário realizar uma decisão de encomenda pontual para cobrir um período fixo de tempo. Como tal, os *holding costs* são negligenciados (inventário não é transportado de um período para outro) e os *ordering costs* também não são considerados (material apenas será encomendado uma vez). O objetivo destes modelos é balancear o impacto dos custos de *underage* (custo de deter menos uma unidade em *stock* do que a procura/consumo real) e dos custos de *overage* (custo de deter mais uma unidade em *stock* do que a procura/consumo real);
- **Modelos de múltiplo período** – utilizados quando o ciclo de vida do produto é maior, ou seja, quando os materiais são comprados mais do que uma vez. Assim, o *stock* final de um período é utilizado no período seguinte, o que torna o processo de escolha da quantidade ótima a ser encomendada mais complexo (Ziukov 2015). Alguns exemplos de modelos de múltiplo período são:
 - Modelo EOQ;
 - Modelo de Revisão Periódica;
 - Modelo de Revisão Contínua;

No âmbito deste projeto, torna-se interessante explorar os modelos de múltiplo período, nomeadamente o Modelo de Revisão Contínua e o de Revisão Periódica. Estes modelos são estocásticos, pois consideram que a procura/consumo dos materiais é incerta(o) ou aleatória(o) e que segue uma distribuição normal, reproduzindo uma situação semelhante à realidade de um ambiente empresarial. Devido a esta aleatoriedade, estes modelos obrigam à definição de *stock* de segurança para evitar uma situação de rutura de inventário (Jacobs and Chase 2013).

Uma vez que consiste no modelo implementado neste projeto, na secção 2.3.4 é explorado o modelo de revisão contínua. O modelo de revisão periódica encontra-se exposto no Anexo C. Na Tabela 6 pode-se observar a definição dos vários parâmetros utilizados no modelo de revisão contínua.

Tabela 6 – Definição dos parâmetros utilizados no modelo de revisão contínua

Parâmetro	Sigla	Definição
<i>Lead Time</i>	LT	Tempo de entrega do material pelo fornecedor, em dias.
Ponto de Reabastecimento	PR	Atingida a quantidade definida pelo ponto de reabastecimento, uma encomenda deve ser colocada.
<i>Stock</i> de Segurança	SS	<i>Stock</i> adicional, com intuito de proteger a empresa de situações de <i>stockout</i> , ou seja, de situações em que o consumo é acima do esperado ou quando o <i>lead time</i> do fornecedor excede o previsto (Reis 2008).
Quantidade Ótima de Encomenda	Q	Quantidade ótima a encomendar ao fornecedor.

2.3.4 Modelo de Revisão Contínua

No Modelo de Revisão Contínua, também conhecido como política (Q,R), o inventário é continuamente revisto. Sempre que o nível de *stock* atinge o ponto de reabastecimento (PR), uma encomenda de quantidade fixa (Q) de material é realizada, tal como se pode observar na Figura 6. Segundo Simchi-Levi *et al* (2008), os pressupostos desta política são:

- Procura/ consumo não é constante (segue uma distribuição normal), pelo que é necessário manter um nível de *stock* de segurança de modo a evitar *stockouts*;
- Cada vez que é realizada uma encomenda, a empresa paga um custo fixo (K), denominado *ordering cost*, que é considerado constante e independente do número de unidades pedidas. Inclui o custo de realização de requisições, colocação de ordens de compra, inspeção dos lotes recebidos, documentação, entre outros;
- *Holding costs* são os custos de armazenamento de uma unidade por unidade de tempo. A maior porção destes custos consiste no custo de capital. No entanto, também inclui os custos de espaço relativos ao armazenamento do material, de obsolescência e perecibilidade e os custos de manuseamento do item (Durlinger 2012);
- Quantidades a encomendar (Q) são fixas.

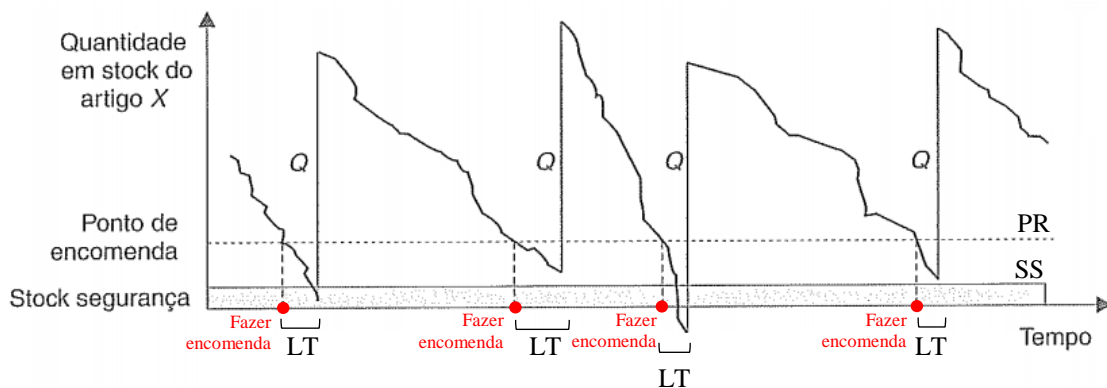


Figura 6 – Representação do Modelo de Revisão Contínua

O modelo é simplificado quando os parâmetros são conhecidos com certeza, nomeadamente o valor do *ordering cost* e do *inventory holding cost*. Apesar dos pressupostos de total certeza de alguns parâmetros raramente se verificarem na realidade, autores bibliográficos defendem que estes fornecem uma boa base para a análise dos modelos de inventário (Jacobs and Chase 2013).

Segundo Simchi-Levi *et al* (2008), a fórmula que permite calcular a procura/consumo médio durante o *Lead Time* (LTD – *lead time demand*) é dada pela equação (2.2), o ponto de reabastecimento é dado pela expressão (2.3) (corresponde à soma do valor de *stock* de segurança com o valor de LTD) e a quantidade a encomendar Q é dada pela expressão (2.4).

$$LTD = \mu_{LT} \times \mu_{DA} \quad (2.2)$$

$$PR = LTD + SS \quad (2.3)$$

$$Q = \sqrt{\frac{2 \times K \times \mu_{DA}}{h}} \quad (2.4)$$

Onde:

μ_{DA} , é a procura/consumo médio por dia

μ_{LT} , é o *lead time* médio do fornecedor, em dias

SS, é o *stock* de segurança

K, é o custo fixo de encomenda (*ordering cost*)

h, é o custo de armazenar uma unidade do produto durante um ano (*inventory holding cost*)

μ_{DA} , é a procura/consumo médio por ano

Por sua vez, o cálculo do valor de *safety stock* difere consoante o tempo de entrega do fornecedor seja considerado fixo ou variável. Quando o *Lead Time* é considerado fixo, o valor do seu desvio padrão é nulo, resultando a equação (2.5).

$$SS = z \times \sigma_D \times \sqrt{\mu_{LT}} \quad (2.5)$$

Onde:

σ_D , é a o desvio padrão da procura/consumo diária(o)

Segundo Simchi-Levi (2008), em algumas situações práticas, o pressuposto de que o tempo de entrega é fixo e conhecido pode não ser o mais correto. Nestes casos, assume-se que o *lead time* do fornecedor é variável e segue uma distribuição normal, pelo que se deve considerar o desvio padrão do tempo de entrega no cálculo do valor do *stock* de segurança, consoante apresentado na expressão (2.6).

$$SS = z \times \sqrt{\mu_{LT} \times \sigma_D^2 + \sigma_L^2 \times \mu_D^2} \quad (2.6)$$

Onde:

σ_L , é o desvio padrão do *lead time* médio do fornecedor, em dias

O valor do fator de serviço z , relacionado com o nível de serviço α de um material, é obtido recorrendo à tabela estatística, presente no Anexo D.

A quantidade média em *stock* de um artigo, nesta política, é dada pela expressão (2.7).

$$Stock\ médio = SS + \frac{Q}{2} \quad (2.7)$$

Por outro lado, no Anexo D encontra-se exposto o modelo de revisão periódica. Este requer níveis de *stock* de segurança elevados para proteger contra situações de *stockout*, uma vez que não permite que seja colocada uma nova encomenda até que o momento da revisão seja atingido (Reis 2008). Consequentemente, uma das desvantagens desta política reside nos níveis de inventário mais elevados, comparativamente com o Modelo de Revisão Contínua. Para além do referido, existem maiores probabilidades de fraude com este sistema de inventário, visto que não existe um controlo contínuo dos níveis de inventário.

Em contrapartida, existem algumas vantagens associadas em rever o inventário periodicamente. Em primeiro lugar, os custos de encomenda e de transporte são diminuídos com a agregação das encomendas, devido a efeitos de economias de escala (Jacobs and Chase 2013). Em segundo lugar, não existe a necessidade de monitorizar continuamente os materiais em *stock*, logo, menos custos são incorridos com o pessoal, resultando num sistema mais barato. Esta política induz, também, vantagens para os fornecedores, uma vez que eles sabem que num determinado dia da semana (por exemplo) uma encomenda vai ser colocada pela empresa cliente, facilitando a preparação das encomendas.

Por outro lado, o modelo de revisão contínua fornece uma estratégia de gestão de inventário mais responsiva do que a associada a um modelo de revisão periódica, já que o inventário é monitorizado continuamente (Simchi-Levi, Kaminsky, and Simchi-Levi 2008). Este controlo contínuo dos níveis de *stock* é fundamental, uma vez que os consumos incertos dos materiais facilmente podem levar a uma situação de excesso ou escassez de inventário e, por conseguinte, a dificuldades de aprovisionamento.

3 Processo de aprovisionamento de compras

O aprovisionamento de compras engloba todas as atividades e processos envolvidos na aquisição de produtos e serviços, desde o contacto com os fornecedores até à receção dos materiais e ao momento da sua utilização. Assim, este processo, para além de integrar a compra de materiais e serviços em si, desempenha também um papel estratégico no abastecimento da empresa, tendo como principal objetivo satisfazer as necessidades dos clientes internos da BA.

3.1 As Compras na BA Glass

Na BA, as funções das Compras dividem-se pelas áreas regionais (Logística Ibéria, Europa Central e Sudeste Europeu) e pelo *Corporate Supply Chain*. Como este projeto foi desenvolvido na área regional de Logística Ibéria, esta será a área descrita. Na divisão de Logística Ibéria, o departamento de compras, exposto na Figura A2 do Anexo A, é responsável por responder às necessidades de compra identificadas pelos vários departamentos e áreas utilizadoras (AU). Este departamento é subdividido em duas áreas distintas: o Reabastecimento Central (responsável pelo fornecimento de alguns materiais para toda a Península Ibérica) e o Reabastecimento Local (encarregue do fornecimento de alguns materiais para uma fábrica em particular). A divisão de Logística Ibéria, devido ao seu carácter regional, permite a otimização dos recursos para as compras locais. Por outro lado, a *Corporate Supply Chain* gere os grandes segmentos de compras para todo o Grupo BA, o que motiva a criação de sinergias e economias de escala, bem como um maior controlo a nível global.

Na BA, existem três principais abordagens para gerir os diferentes segmentos de compras:

- Gestão estratégica (E);
- Negociação (N);
- Reabastecimento (R).

Para além destas abordagens, as Compras também são responsáveis por gerir as auditorias e reclamações de fornecedores. A Tabela 7 pretende elucidar a forma como os diferentes segmentos de compras são organizados pelas várias áreas de compra.

Tabela 7 – Funções de cada área de compras para cada segmento de compras

Segmentos de compras	<i>Corporate Supply Chain</i>	Regional Central	Regional Local
Energia	E + N	N	R
Matérias-primas	E + N	R	
Embalagem	E + N	R	
Lubrificantes	E + N	R	
Revestimentos	E + N	R	
Pecas de Reserva	E + N	R	
Refratários	E + N	R	
Moldes	E + N + R		
Investimentos	R		
Segurança e Higiene		E + N	R
Grandes Serviços		E + N	R
Resíduos		E + N	R
Combustíveis		E + N	R
Subcontratações		E + N	R
Serviços		E	N + R
Consumíveis		N	N + R

E – Gestão estratégica; N – Negociação; R - Reabastecimento

Independentemente do segmento em que os materiais se encontram incluídos, todos os processos de compra são divididos em três categorias: processos estratégicos (processos que guiam o ato de compra e o alinham com a estratégia global da BA); processos de suporte (processos que, embora não estejam incluídos no ato de compra, permitem gerir a informação, controlar as necessidades e suportar a tomada de decisão); processos operacionais (processos envolvidos no ato de compra em si). Na Figura 7 pode-se observar uma representação da sequência de atividades envolvidas em cada tipo de processo.

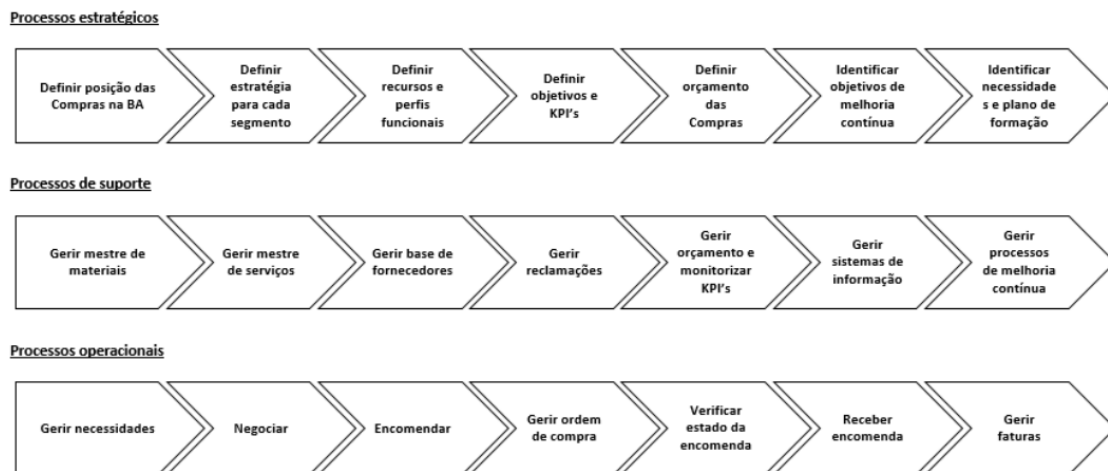


Figura 7 – Representação da sequência de atividades envolvidas em cada tipo de processo de compras

Para assegurar a realização destes processos de modo satisfatório, existem dois perfis funcionais na BA: o comprador (responsável por negociar e gerir o mestre de materiais/serviços, o seu aprovisionamento, os fornecedores e os *stocks*, desenvolver os conhecimentos técnicos e definir e implementar auditorias a fornecedores) e o aprovisionador (responsável por criar ordens de compra tendo em conta os termos negociados, gerir os tempos de entrega e os inventários). Note-se que o mesmo funcionário pode realizar funções de ambos os perfis.

Existe uma convergência entre o sistema de compras da BA e a literatura no que toca ao alinhamento dos objetivos da empresa com os objetivos das compras. De facto, é efetuada uma análise do processo de compras uma vez por ano, denominada de *Strategic Purchasing Plan* (SPP). O intuito desta análise é avaliar a informação de cada segmento de compra e atualizá-la. O SPP é base para a criação do *budget* de compras para o ano seguinte.

3.2 Descrição do processo de aprovisionamento geral

O sistema de informação base da BA é o SAP, que facilita a organização, coordenação e partilha de informação entre as várias fábricas do grupo. Este é um sistema que auxilia de forma considerável o processo de aprovisionamento de compras, uma vez que guarda e cruza os dados de todas as fábricas e apresenta algumas funcionalidades que facilitam o trabalho de um aprovisionador, como por exemplo, realizar ordens de compra diretamente no sistema.

O processo de aprovisionamento de compras na BA é distinto para os diferentes segmentos de compras. Como se pode observar na Tabela 7 previamente apresentada, o *Corporate Supply Chain* apenas é responsável pelo reabastecimento/aprovisionamento de moldes e investimentos, sendo que os restantes materiais deverão ser reabastecidos pela área regional central ou local. Na divisão de Logística Ibérica, a fábrica de Avintes conta com a presença de aprovisionadores centrais responsáveis pelo abastecimento de matérias-primas, materiais de embalagem, lubrificantes, revestimentos, peças de reserva e materiais refratários para as cinco fábricas da Península Ibérica, o que permite a criação de sinergias e economias de escala entre elas. No entanto, para os materiais de higiene e segurança, consumíveis, serviços, resíduos, combustíveis e subcontratações, o aprovisionamento é realizado localmente, existindo aprovisionadores

responsáveis pelo seu abastecimento em cada fábrica. Note-se que, em Avintes, o mesmo aprovisionador pode assumir responsabilidades no reabastecimento regional central e local.

Além dos aprovisionadores, existe ainda um operador responsável pelo Armazém Geral (AG) em cada fábrica. O AG é o local onde são recebidos, armazenados e entregues os materiais que foram previamente encomendados pelo aprovisionador, atuando como um fornecedor interno. Mais do que um espaço físico, este consiste num espaço em sistema, no SAP. Por falta de espaço físico no Armazém Geral, por vezes, os materiais são armazenados noutros locais, embora em teoria e em sistema, o material permaneça ainda em AG. Assim, neste espaço são armazenadas as matérias necessárias direta ou indiretamente ao processo produtivo. Na Figura 8 pode-se observar os vários tipos de materiais armazenados no AG.

- Combustíveis (COMB)
- Consumíveis (CONS)
- Economato (ECON)
- Material de Embalagem (EMB)
- Materiais de Higiene e Segurança (HSEG)
- Impressos (IMPR)
- Lubrificantes (LUB)
- Mercadoria Comercial (MCOM)
- Moldes (MOLD)
- Acessórios de moldes (AMOL)
- Matérias-primas (MP)
- Refratários (REFR)
- Peças de Reserva (RES)
- Matérias Subsidiárias (SUBS)

Figura 8 – Tipos de materiais armazenados em AG

O processo geral de aprovisionamento de compras da BA encontra-se ilustrado na Figura 9, correspondendo a uma simplificação dos processos operacionais previamente apresentados na secção 3.1.

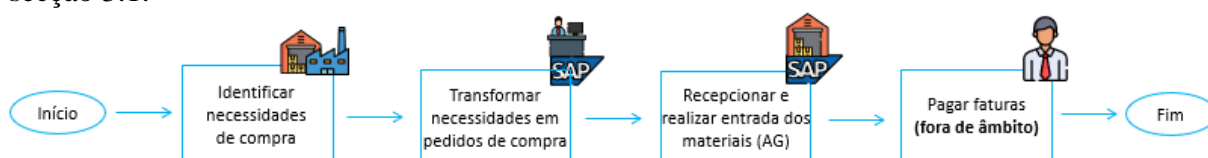


Figura 9 – Processo geral de aprovisionamento de compras

Este processo inicia-se com a identificação de uma necessidade de compra numa área utilizadora. No caso das matérias-primas, casco e material de embalagem, a identificação das necessidades de compra é realizada pela fábrica, uma vez que é nesta área que estes materiais são consumidos (área utilizadora). Por sua vez, para os restantes materiais, nomeadamente os consumíveis, peças de reserva e refratários, a identificação das necessidades poderá ser realizada pelo AG ou pela área que utiliza os materiais, dependendo do tipo de MRP utilizado para o seu aprovisionamento, como será explicado na secção 3.5.

Após a identificação das necessidades de compra, estas são recebidas pelo aprovisionador, que as converte em pedidos de compra utilizando o sistema de informação SAP, permitindo a encomenda aos fornecedores dos materiais requeridos.

Posteriormente à receção do material encomendado, o operador do AG realiza a sua entrada no sistema SAP. Isto possibilita o controlo do *stock* no sistema e permite que, mais tarde, o financeiro possa pagar as faturas.

No entanto, a identificação e o *forecast* das necessidades de compra da BA difere com o segmento de compras a ser aprovisionado. Como tal, os subcapítulos 3.3, 3.4 e 3.5 têm como

objetivo elucidar e explicar mais detalhadamente e separadamente o processo de aprovisionamento específico das matérias-primas/ casco, dos materiais de embalagem e dos consumíveis, peças de reserva e refratários (tipos de material âmbito deste projeto).

3.3 Processo de aprovisionamento de matérias-primas e casco

O processo de aprovisionamento de matérias-primas e casco é realizado de modo central na sede, em Avintes, para as cinco fábricas da Península Ibérica. Para além de ser responsável pela compra destes materiais, o aprovisionador central responsabiliza-se também pela devolução de compras a fornecedores, a reclamação de pedidos em atraso e a aprovação de algumas faturas. Todas as quintas-feiras é efetuado o aprovisionamento de matérias-primas para a semana seguinte. Este modo de aprovisionamento insere-se no modelo de revisão periódica apresentado no Anexo C, sendo que o *Target Level (TL)* consiste na quantidade necessária para encher os silos (locais onde são armazenadas, doseadas e misturadas as matérias-primas e casco).

3.3.1 Descrição do processo

O processo de aprovisionamento de matérias-primas e casco, ou seja, dos materiais que são inseridos no silo, pode ser observado na Figura 10.



Figura 10 – Processo de aprovisionamento de matérias-primas e casco

No caso específico destes materiais, as necessidades semanais são analisadas pelas cinco fábricas e são registadas num ficheiro Excel distinto para cada planta. Posteriormente, estes ficheiros Excel são enviados para o aprovisionador central de Avintes, à quinta-feira, que os consolida num único ficheiro, onde são distribuídas e definidas as quantidades que é necessário comprar por fornecedor, transportador e dia da semana. De seguida, o pedido é enviado aos fornecedores, via email e o camião com as matérias-primas encomendadas é recebido na área de composição das respetivas fábricas, no dia previamente definido.

De seguida, são apresentados com maior detalhe os processos realizados na área de composição, desde a chegada do transporte até à descarga das matérias-primas nos silos.

Processos na área de composição (passo 3 da Figura 10):

A área de composição (AC) conta com a presença de um operador responsável por rececionar as matérias-primas, verificar se o material está conforme as especificações de qualidade e autorizar a descarga. Esta descarga é realizada diretamente para os silos. Esta área recebe as guias de fornecedores de matérias-primas e casco tratado.

O casco não tratado não passa por esta área, uma vez que é descarregado na estação de tratamento de vidro (Norcasco), adjacente à AC. Após o tratamento do vidro, o casco tratado é introduzido nos silos diretamente através de um tapete rolante que conecta a Norcasco à fábrica.

A Figura 11 ilustra mais detalhadamente os processos realizados pela área de composição.

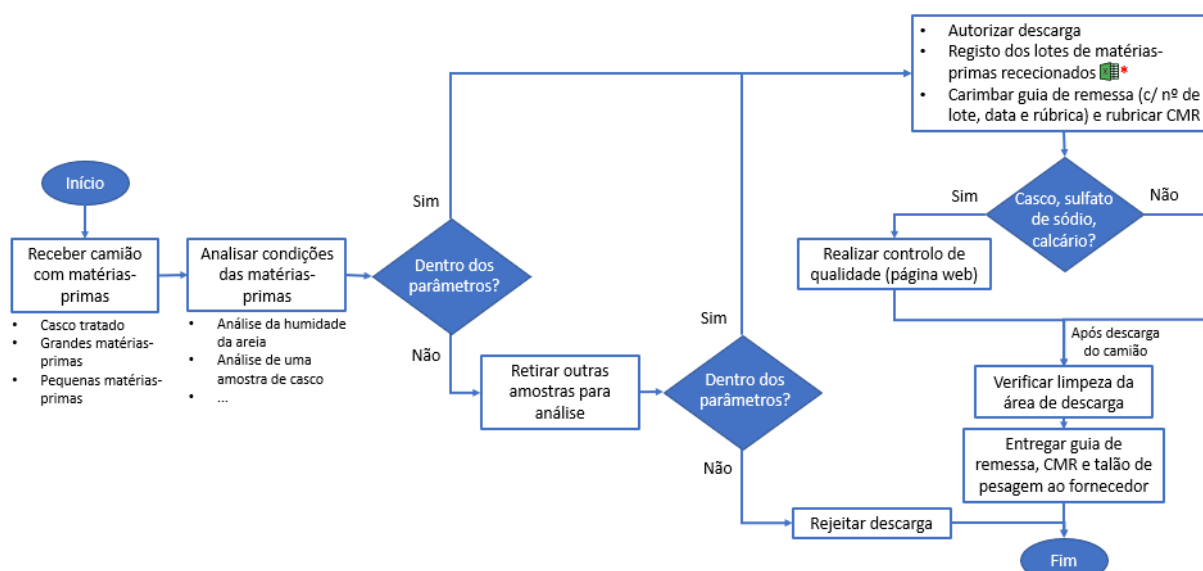


Figura 11 – Fluxograma do processo de recepção de matérias-primas e casco

O transportador faz-se acompanhar sempre de três documentos: a guia de remessa, a guia de transporte (CMR) e o talão de pesagem. Se este transportar casco, terá também de levar o Anexo VII ou a e-GAR, se for proveniente de Espanha ou Portugal, respetivamente. Estes documentos são entregues ao operador da AC após a chegada do camião e deverão ser carimbados após ser autorizada a descarga.

Para assegurar a qualidade das matérias-primas rececionadas, apenas é autorizada a descarga ou entregue a chave do silo ao transportador quando as condições das matérias-primas que transportam corresponderem às especificações. Para esse fim, é retirada uma amostra da matéria e certos parâmetros são analisados como o valor de humidade, que terá de estar abaixo de um limite predefinido. Após a descarga ser autorizada, o registo dos lotes de matérias-primas e casco tratado rececionados é realizado num ficheiro Excel, cuja estrutura pode ser observada no Anexo E. Cada vez que é recebida uma nova matéria prima, o operador insere uma nova linha no ficheiro, introduzindo todas as informações referentes a essa carga manualmente.

É de salientar que o fornecedor é responsável por deixar a área de descarga limpa, depois da utilização. Contudo, o operador da AC tem de verificar as condições de higiene desta área antes de entregar os documentos carimbados ao fornecedor e antes da descarga seguinte ser realizada.

Processos no Armazém Geral (passo 4, 5 e 6 da Figura 10):

Após a descarga das matérias-primas e casco nas respetivas áreas, os fornecedores deslocam-se de novo até à portaria, onde deixam uma cópia dos documentos já carimbados (passo 4 da Figura 10). Estes documentos incluem a guia de remessa, de transporte, o talão de pesagem e a e-GAR (ou Anexo VII) das matérias-primas e do casco (tratado e não tratado) recebidos no dia anterior. No dia seguinte, de madrugada, o operador do AG terá de os recolher e transportar até ao Armazém Geral (passo 5 da Figura 10), onde será realizada a entrada das guias no sistema SAP, processo que se encontra esquematizado na Figura 12. Este é realizado manualmente e as informações que constam nas guias são introduzidas uma a uma no sistema. No Anexo F pode-se observar a área do SAP onde este procedimento é realizado.

Se a matéria-prima associada à guia for casco não tratado, o operador do AG terá ainda de registar num ficheiro Excel os pedidos de retoma do casco.

Posteriormente, as e-GAR são encerradas, também individualmente, finalizando-se o processamento das matérias-primas em AG.

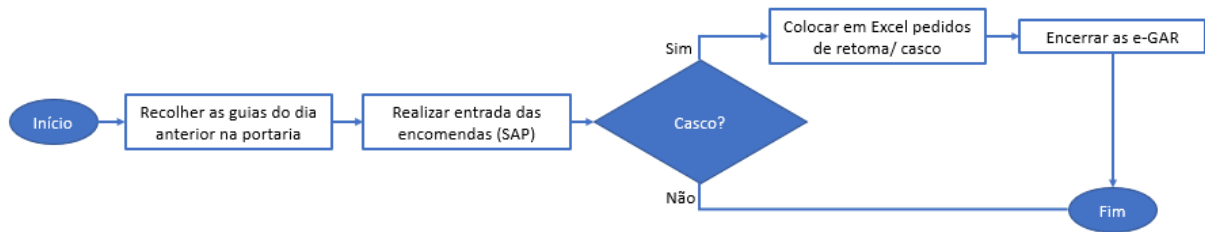


Figura 12 – Fluxograma do processo de registo das matérias-primas rececionadas no AG

Fecho do mês (passo 7 e 8 da Figura 10):

No final do mês, a fábrica envia para o operador do AG a contagem do *stock* final do mês, num ficheiro Excel, possibilitando o cálculo do consumo de matérias-primas e energia (diferença entre a quantidade entrada no SAP ao longo do mês e o *stock* final existente nos silos). Este ficheiro é depois enviado para a área utilizadora (área de composição, neste caso). Seguidamente, é realizada a reserva do consumo e a saída das reservas em SAP, ainda no AG.

3.3.2 Identificação de problemas e propostas de melhoria

Problema 1:

O processo que necessita de maior agilização e que possui uma grande margem de melhoria (e que, por isso, é o foco deste subcapítulo) consiste na realização da entrada das informações das guias de matérias-primas no SAP em AG, processo identificado com o algarismo 6 na Figura 10. De facto, todos os dias de manhã, o operador do AG terá de realizar o processamento das guias de matérias-primas que foram recebidas no dia anterior. O operador realiza a sua entrada no sistema uma a uma, o que torna todo o processo bastante manual. Assim, para além da maior probabilidade de erro na introdução das informações em SAP, este é um processo que demora mais de uma hora por dia, como será analisado mais à frente. Efetivamente, verifica-se o desperdício “excesso de processamento” da filosofia *Lean* apresentada no enquadramento teórico. O tempo de trabalho do operador do AG não é, desta forma, rentabilizado, uma vez que poderia ser alocado à realização de tarefas mais produtivas, seja a receber materiais de fornecedores, como a realizar guias para reparação de materiais, transferências de itens entre fábricas, entre outras tarefas.

Em adição, verifica-se um excesso de movimentação dos documentos com as informações relativas às matérias-primas, isto é, das guias de remessa, guias de transporte, talões de pesagem, Anexo VII e as e-GAR. Na Figura 13 pode-se observar uma representação do fluxo de documentação e de informação contida nestes documentos, desde que o fornecedor passa na portaria até que é realizada a entrada no SAP destas informações, no AG.

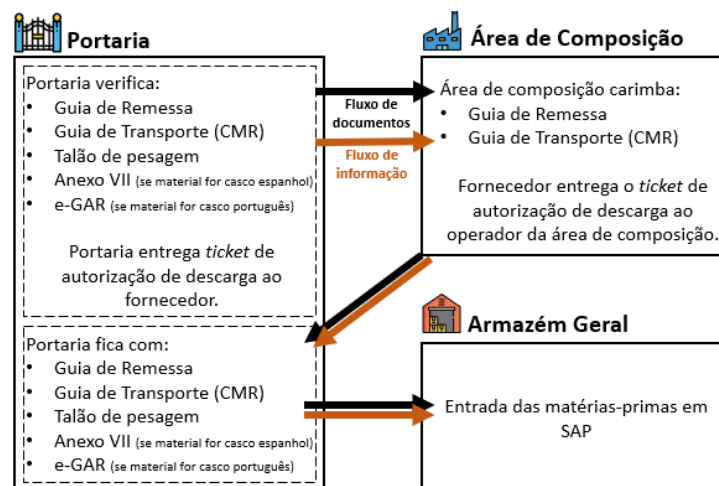


Figura 13 – Fluxo de documentação e informação relativos às matérias-primas (AS-IS)

Assim, verifica-se a existência de mais um dos sete desperdícios da filosofia *Lean* apresentada no enquadramento teórico: as “movimentações desnecessárias”, neste caso, da informação contida nos documentos.

No entanto, o grande problema permanece ainda no tempo excessivo que é despendido diariamente na realização da entrada das matérias-primas em SAP.

Análise do Problema 1 e respetiva solução:

Com o intuito de avaliar os efeitos deste problema, foram cronometrados os tempos que, num dia, são despendidos no processo de entrada de matérias-primas em sistema. Diariamente, são efetuadas entradas de 55 a 70 guias de matérias-primas no SAP (média de aproximadamente 63 guias), sendo que são despendidos, em média, 54 segundos somente na entrada das informações de uma guia em sistema (não considerando ainda o tempo entre movimentações de documentos e troca de guias). Considerando que as movimentações de documentos entre as entradas em sistema demoram cerca de 5 segundos, aproximadamente, uma guia demora um total de 1 minuto a ser processada. Assim, por dia, são despendidos aproximadamente 63 minutos a realizar a entrada de todas as guias em sistema (ver Tabela 8). No entanto, simultaneamente a este processo, o operador do AG tem ainda de realizar outras tarefas, nomeadamente receber materiais de fornecedores, como peças de reserva e consumíveis. Assim, normalmente, este processo demora aproximadamente uma hora e meia diária até ser completamente concluído.

Uma solução a longo prazo seria o desenvolvimento de um sistema de código de barras. Este código seria colocado nas guias para identificar a matéria-prima rececionada. A leitura deste código seria realizada no AG e permitiria a entrada automática das informações do produto codificado no SAP. No entanto, após a devida análise, constatou-se que esta alternativa era inconcebível, uma vez que a maioria das informações necessárias para realizar a entrada do material em SAP eram variáveis, como a quantidade do material transportado, a data de lançamento de material (data na qual o material encomendado chega à BA), a identificação do transportador, entre outras. Esta solução apenas seria viável se as informações relativas ao material rececionado fossem *standard* e fixas.

Assim, com o intuito de explorar uma outra solução viável e robusta, foram analisados os processos que lidam com as informações contidas nas guias. Na Figura 14 pode-se observar as informações que o operador da área de composição (AC) tem de preencher no Excel para o registo dos lotes de matérias-primas rececionados (a sua inserção no processo de receção de matérias-primas pode ser observado na Figura 11) e as informações que o operador do AG tem de colocar no SAP para realizar a entrada das matérias-primas em sistema (passo 6 da Figura 10).



 Registo dos lotes de matérias-primas rececionadas: [na área de composição]	 Entrada das matérias-primas: [no AG]
<ul style="list-style-type: none"> • Nº do lote • Dia • Hora de entrada na portaria • Hora de receção na área de composição • Matéria-prima • Nº do silo • Fornecedor • Transportador • Nº da guia de remessa • Matrícula • Inspeção Visual (conforme ou não) • Valor da humidade • Decisão (aceite ou não) • Responsável • Peso líquido • Observações 	<ul style="list-style-type: none"> • Data do documento de material • Data de lançamento • Nota de remessa • B/L (nº do CMR ou guia de transporte) • Nota de acompanhamento de mercadoria (quando matéria-prima é casco) • Texto cabeçalho (quando matéria-prima é casco) • Código do material • Quantidade do material

Figura 14 – Informações introduzidas em Excel e em SAP para o registo das matérias-primas rececionadas e a entrada das matérias-primas em AG, respetivamente

Verificou-se que os campos a serem preenchidos no SAP para a entrada das matérias-primas correspondem a informações a que a AC já tem acesso *a priori*. Para além disso, a data de lançamento registada em SAP é exatamente a mesma data que é registada no campo “Dia” do ficheiro Excel preenchido na AC.

Uma resolução passa por colocar no Excel do registo dos lotes de matérias-primas (na área de composição) todas as informações necessárias para a posterior entrada das matérias em SAP (no AG). Este Excel seria depois exportado diretamente para o SAP, realizando-se a entrada dos materiais de modo automático. Esta resolução por um lado, simplifica e facilita o trabalho do operador do AG, mas, por outro lado, existe a possibilidade de sobrecarregar o operador da AC. Para analisar esta contrariedade, foram recolhidos os tempos que, em média, o operador da AC demora a preencher um campo no ficheiro Excel.

Foram cronometrados os tempos de registo de 15 lotes de matérias-primas rececionadas. Na recolha dos dados, houve o cuidado de cronometrar o tempo de 3 operadores diferentes, de modo a registar as flutuações na rapidez de introdução das informações no ficheiro. Os resultados obtidos indicam que, em média, os operadores da AC demoram 63 segundos a preencher os 16 campos do Excel. Consequentemente, cerca de 4 segundos são despendidos a preencher 1 campo do ficheiro. Na Tabela 8 pode-se observar um quadro resumo dos tempos cronometrados para cada atividade na área de composição e no Armazém Geral.

Tabela 8 – Quadro resumo dos tempos despendidos no registo de informações de guias

Local	Área de Composição (AC)	Armazém Geral (AG)
Atividade	Registo dos lotes de matérias-primas rececionadas (Excel)	Entrada de matérias-primas rececionadas (SAP)
Nº médio de guias processadas por dia	25	63
Tempo médio de processamento de 1 guia (s)	63	60
Tempo total de processamento de todas as guias por dia (min)	$26,25 \left(25 \times \frac{63}{60} \right)$	$63 \left(63 \times \frac{60}{60} \right)$
Nº de campos a preencher	16	8
Tempo de preenchimento de 1 campo (s)	$4 \left(\frac{63}{16} \right)$	$7,5 \left(\frac{60}{8} \right)$

É de notar que, na AC de Avintes apenas são registados no ficheiro Excel os lotes de matérias-primas e casco tratado. Por outro lado, as guias que são processadas em AG incluem, também as guias respeitantes ao casco não tratado, que não são recebidas na área de composição (cerca de 38 guias). Assim, é explicada a diferença entre o número médio de guias processadas por dia em cada área, presentes na Tabela 8. Naturalmente, com o novo Excel proposto, facilitar-se-ia a entrada das 25 guias diárias a que o operador da AC tem acesso. Contudo, nas fábricas da Ibéria na Marinha Grande, Venda Nova e León, como não é realizado tratamento do casco, a entrada de todas as guias de matérias-primas é automatizada com o novo ficheiro.

O tempo de preenchimento de um campo por parte do operador da AC (4 segundos) é significativamente menor que o do operador do AG, aquando da entrada de matérias-primas no SAP (7,5 segundos). Esta diferença pode ser explicada pelo manuseamento de uma quantidade excessiva de documentação no Armazém Geral e pelo processo mais lento de entrada de informações no SAP.

Os operadores da AC foram questionados quanto à sua disponibilidade para preencher 7 campos adicionais no Excel de registo dos lotes de matérias-primas rececionadas. Estes mostraram-se bastante recetivos à sugestão, uma vez que existem “tempos mortos” em que o operador tem de aguardar a finalização da descarga dos camiões. De facto, o tempo adicional que demoraria a preencher as novas células do Excel, na área de composição, seria, em média, 28 segundos por matéria rececionada (obtidos pela multiplicação dos 4 segundos de preenchimento de 1 campo pelos 7 campos que faltam preencher para a entrada de matérias-primas em SAP). Este tempo adicional é desprezável, uma vez que, para além de ser bastante reduzido, ocupa tempo de trabalho não útil do operador.

Por outro lado, o tempo de trabalho poupado no AG constitui tempo útil do operador, uma vez que, como referido, outras tarefas são realizadas simultaneamente. Na Tabela 9 são quantificadas as variações dos resultados que seriam obtidos com o novo Excel relativamente à entrada de matérias-primas em SAP.

Tabela 9 – Variações dos resultados relativos à utilização do ficheiro Excel proposto na entrada de matérias-primas no SAP, em AG

Local	Armazém Geral
Δ N° Guias processadas por dia	-25
Tempo médio de processamento de 1 guia (s)	60
Δ Tempo total de processamento de todas as guias por dia (min)	-25
%Δ do tempo de trabalho diário (valor mínimo)	-5,55 %

Na Tabela 9 pode-se observar que, por dia, seriam reduzidos sensivelmente 25 minutos do tempo despendido a realizar a entrada das guias de matérias-primas e casco no SAP. Isto corresponde a uma redução de, pelo menos, 5,6% do tempo de trabalho diário de um operador (considerando o tempo de trabalho de um funcionário da BA de 7 horas e meia por dia). De facto, seriam reduzidas, no mínimo, 105 horas de trabalho por ano na fábrica de Avintes, ou seja, cerca de 15 dias úteis. Além do referido, haveria uma menor probabilidade de erro.

Note-se que estes resultados quantificam o *worst case scenario*, uma vez que na cronometragem dos tempos não foram contabilizadas as interrupções e pausas durante o processamento das guias.

Com o desenvolvimento deste Excel, apesar da movimentação de documentos se manter como descrito na Figura 13, o fluxo de informação neles contida ficaria simplificado, como se pode observar na Figura 15.

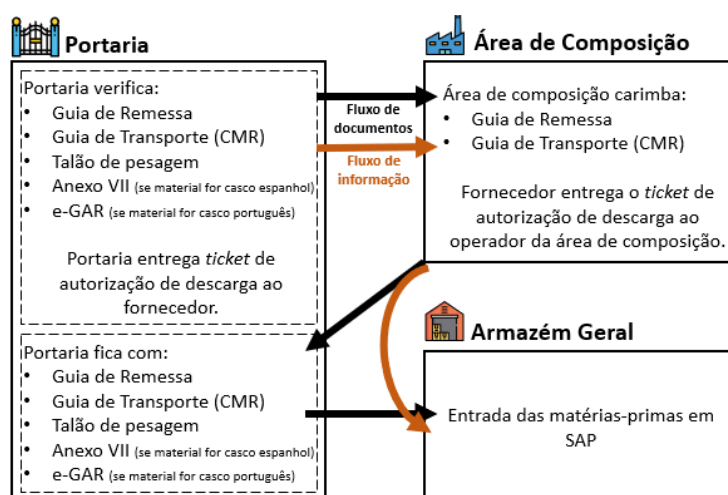


Figura 15 - Fluxo de documentação e informação relativos às matérias-primas (TO-BE)

Problema 2:

Um dos problemas identificados situa-se na colocação dos pedidos de compra aos fornecedores, ou seja, no passo 2 da Figura 10. De facto, todas as quintas-feiras, o aprovisionador tem de aguardar que as cinco fábricas enviem o ficheiro Excel com as necessidades semanais. Estes ficheiros não se encontram uniformizados, pelo que o aprovisionador despende tempo desnecessário a consolidar as informações num Excel *standard*, para cada fábrica, cujo *template* é fornecido. Neste *template*, o aprovisionador define as quantidades de matérias-primas que é necessário comprar para a semana seguinte, agrupadas por fornecedor, transportador e dia da semana. Posteriormente, o aprovisionador terá de enviar um email a cada fornecedor e transportador com as quantidades que pretende comprar de cada matéria-prima. Este, para além de ser um processo moroso e sujeito a erros, sobrecarrega o trabalho do aprovisionador devido à reduzida automatização na colocação de ordens de compra. Verifica-se, mais uma vez, o desperdício “excesso de processamento” da filosofia *Lean*.

Análise do problema 2 e respetiva solução:

Após a devida análise e cronometragem dos tempos, pode-se concluir que o processo de envio de todos os pedidos de encomenda aos fornecedores e transportadores por email, à quinta-feira, (após a definição das quantidades a encomendar por dia da semana, fornecedor e transportador) demora sensivelmente 9 minutos por fábrica, perfazendo um total de 45 minutos para as cinco fábricas.

A solução ideal seria a colocação das necessidades semanais diretamente em SAP, por parte das fábricas. Desta forma, a alocação das quantidades a comprar eram definidas pelo aprovisionador de modo direto em sistema, por fornecedor, transportador e dia de semana. Posteriormente, o SAP agruparia as informações e enviaria os pedidos de compra diretamente aos fornecedores. No entanto, esta seria uma resolução que apenas seria implementada a longo prazo, uma vez que requeria reuniões com a área de Tecnologias de Informação da BA e o desenvolvimento desta funcionalidade em SAP, pelo que fica neste trabalho como sugestão de implementação futura. Permitiria a redução de 45 minutos do trabalho de um aprovisionador à quinta-feira, ou seja, 10% do seu tempo de trabalho.

Uma solução mais imediata passa pela criação de um único ficheiro Excel, partilhado na rede, no qual cada fábrica teria um separador reservado para colocar as necessidades semanais para a semana seguinte. Desta forma, garante-se que as informações se encontram uniformes e com a mesma estrutura para cada fábrica, permitindo a mais rápida visualização das necessidades e posterior atribuição das quantidades a comprar de cada material para cada fornecedor e distribuídas pelos vários dias da semana.

Problema 3:

Por outro lado, um problema de *layout* foi identificado na área da composição. Nesta área existem duas zonas para descarga de areia (A1 e A2) e duas zonas para descarga das restantes matérias-primas, transportadas em cisternas (C1 e C2), como se pode observar na Figura 16 (estado atual). Quando um camião se encontra a descarregar areia na posição de descarga A2, assinalada na figura, o caminho de passagem das cisternas para as áreas de descarga C1 e C2 fica bloqueado. Este *layout* origina engarrafamento na AC, especialmente durante o turno da manhã, altura em que se verifica a receção de um maior número de camiões e cisternas para descarga, gerando-se um *bottleneck* no processo de descarga. Mais uma vez, identifica-se um dos sete desperdícios da filosofia *Lean* descritos na revisão da literatura: a “Espera”.

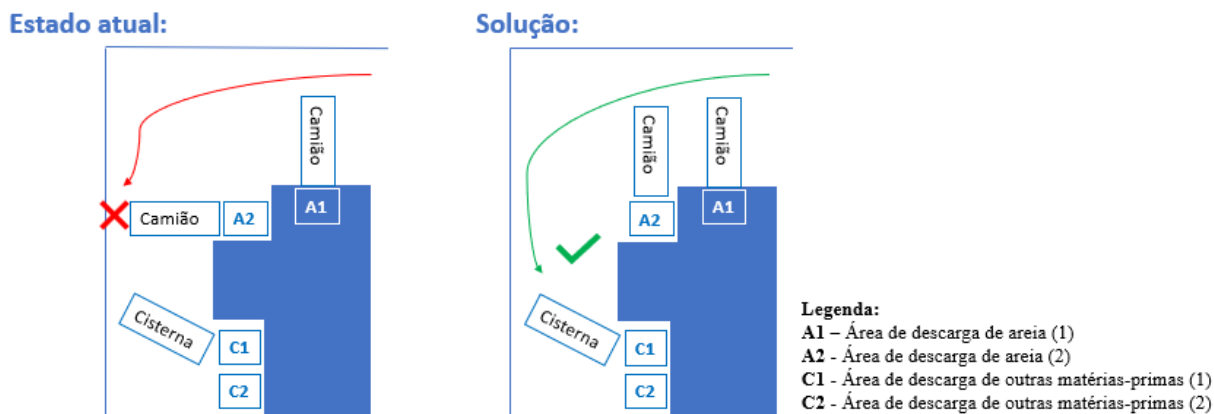


Figura 16 – Representação do layout da área de composição

Análise do Problema 3 e respetiva solução:

Esta situação de congestionamento, em que as cisternas têm de aguardar a finalização da descarga de areia do caminhão na área A2, ocorre cerca de 3 vezes por dia. O tempo de descarga de areia de um caminhão demora cerca de 45 minutos, logo, uma cisterna terá de aguardar 45 minutos até ser permitida a sua passagem para a área de descarga C1 e C2.

Uma possível solução passa por alterar a posição do caminhão na zona de descarga de areia A2, como pode ser observado na Figura 16 (solução), de modo a possibilitar um menor número de paragens no fluxo de descarga de matérias-primas. Para tal, seria necessário abater o telhado que se encontra por cima desta área de descarga de areia e adaptá-lo ao novo layout. A implementação desta resolução evitaria a interrupção de 2 horas e 15 minutos diariamente no fluxo de descarga de matérias-primas transportadas em cisternas. Isto contribuiria não só para a redução do tempo de espera dos transportadores e a sua maior satisfação, como também para a redução do tempo de espera do operador da AC para poder ensilar os materiais.

Problema 4:

Outro problema identificado na área de composição consiste no facto de, após a chegada de um caminhão com areia, o operador desta área ter de telefonar para um outro operador da área de fusão para que este ligue a tremonha que permite que a areia seja descarregada diretamente para o silo. O operador da área de fusão tem algumas dificuldades em responder às chamadas, pois nem sempre consegue ouvir o toque e nem sempre se encontra no seu posto. Cria-se, desta forma, um *bottleneck* no processo de descarga (desperdício “Espera” da filosofia *Lean*). A ativação da tremonha é realizada com recurso a um *software* que permite ao operador da área de fusão, adicionalmente, controlar variáveis relativas aos fornos para a fusão das matérias.

Análise do Problema 4 e respetiva solução:

Para colmatar esta contrariedade, a solução ideal seria a instalação de dois botões (um para cada área de descarga de areia) na área de composição, visto que é este o local onde esta funcionalidade é utilizada, não sendo necessária a intervenção do funcionário da área de fusão. Note-se que são recebidos cerca de 13 camiões por dia com areia (resultando em 13 chamadas diárias) e, em média, o operador da área de composição despende 1 minuto por chamada (incluindo a espera pela resposta ao telefonema e a duração da chamada em si). Assim, esta solução reduz, no mínimo, cerca de 13 minutos do trabalho diário de um operador da área de composição (cerca de 3% do seu tempo de trabalho por dia).

3.4 Processo de aprovisionamento de materiais de embalagem

Todas as segundas, quartas e sextas-feiras é realizado o aprovisionamento de materiais de embalagem. Os materiais de embalagem incluem todos aqueles materiais que são necessários para a obtenção de uma palete completa (paletização), tais como intercalares de plástico e cartão

(tabuleiros), estrados de madeira (paletes) e plásticos de envolvimento. Como referido, a compra destes materiais é realizada de modo central em Avintes, para as cinco fábricas da Península Ibérica.

À segunda, quarta e sexta-feira é realizado o aprovisionamento de materiais de embalagem. Esta regularidade é necessária para permitir o controlo das necessidades de compra, uma vez que o planeamento da produção varia bastante ao longo da semana e, consequentemente, os materiais de embalagem que é necessário comprar.

Apesar desta periodicidade de aprovisionamento, não foi identificado um modelo de revisão de inventário que se aplicasse ao modo de aprovisionamento dos materiais de embalagem na BA. Este é um processo que ainda se encontra em desenvolvimento e o seu futuro modo de aprovisionamento ainda se encontra em discussão na BA.

3.4.1 Descrição do processo

A Figura 17 ilustra detalhadamente o processo de aprovisionamento de materiais de embalagem.

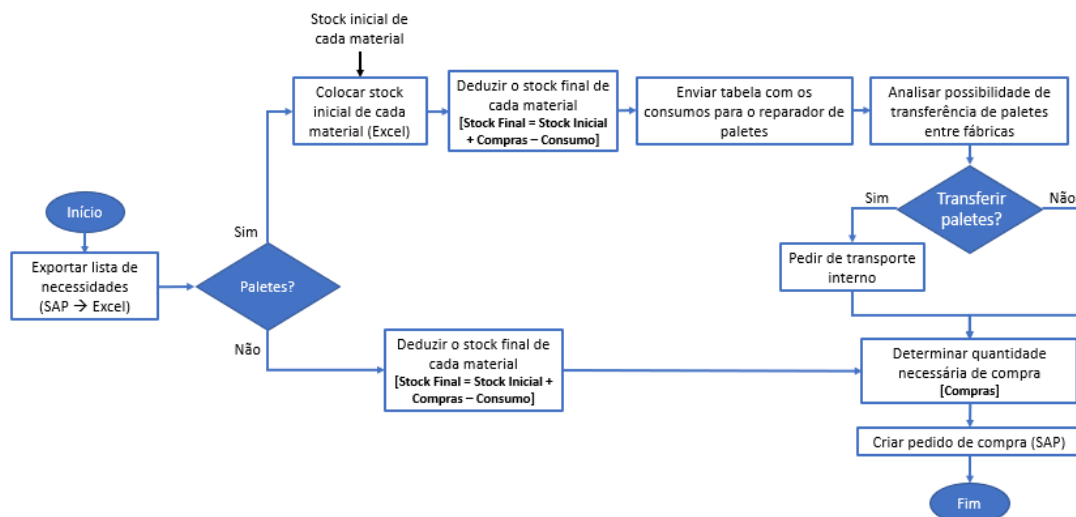


Figura 17 – Fluxograma do processo de aprovisionamento de materiais de embalagem

Primeiramente, as necessidades semanais, ou seja, os consumos previstos de cada material para cada dia da semana, são exportadas do SAP para o Excel. No Anexo G pode-se observar a transação do SAP de onde são exportadas estas informações.

Posteriormente, no caso das paletes, o aprovisionador recebe um ficheiro Excel, enviado por cada fábrica da Ibéria, com as contagens do *stock* atual, uma vez que existe uma dificuldade em manter o *stock* atualizado em SAP, como será explicado mais à frente. Recebe, também, um email dos reparadores de paletes com as contagens da quantidade que irá retornar à fábrica (de dois em dois dias) uma vez que este é um valor bastante incerto. Isto porque existem paletes de dois tipos: retornáveis (retornam à fábrica após a expedição) e não retornáveis. Estes procedimentos são realizados para que o aprovisionador tenha conhecimento do *stock* disponível e atualizado, todas as segundas, quartas e sextas-feiras, antes de analisar as necessidades de compra.

De seguida, o aprovisionador deduz o *stock* com que ficará no final da semana, recorrendo ao valor dos consumos futuros e do *stock* inicial. Posteriormente, é definida a quantidade de material que deve ser comprada de modo a evitar a rutura de *stocks*. As encomendas de material são, depois, realizadas no SAP. No caso das paletes, devido ao seu elevado preço de compra, o aprovisionador, primeiramente, analisa a possibilidade de transferência entre fábricas.

3.4.2 Identificação de problemas e propostas de melhoria

Alguns problemas foram identificados no processo de aprovisionamento de materiais de embalagem. Este é um processo bastante manual, que depende muito da sensibilidade de quem o realiza, já que o aprovisionador, no seu dia-a-dia, é confrontado com questões cuja resposta não se encontra objetivamente definida e “strandardizada”, principalmente quando se trata de paletes.

Problema 1 e respetiva proposta de solução:

De facto, existe uma dificuldade em obter, em tempo real, informação sobre quantas paletes vão retornar de determinado cliente, e das recebidas, quantas podem ser reutilizadas. Isto traduz-se numa dificuldade em manter o *stock* de paletes em SAP atualizado, já que o número de paletes que retorna á fábrica é incerto. Consequentemente, existe uma dificuldade em definir a quantidade de paletes a comprar e, como tal, é necessário realizar o aprovisionamento três vezes por semana de modo a controlar os níveis de *stock* (desperdício “excesso de processamento” da filosofia *Lean*). Uma possível resolução deste problema passa pelo desenvolvimento de previsões (*forecasting*) da quantidade de paletes de cada tipo que se espera que retorne a cada fábrica, auxiliando na gestão do *stock* e aprovisionamento. Tal pode ser obtido recorrendo a dados históricos dos retornos de cada palete a cada fábrica e analisando as correspondentes séries temporais, dados que a BA possui, pelo menos, dos últimos dois anos.

Problema 2 e respetiva proposta de solução:

Outro dos problemas identificados consiste no facto de os mapas de contagem de paletes enviados por cada fábrica serem todos diferentes, havendo alguma dificuldade de visualização do *stock*. Verifica-se, assim, o desperdício “excesso de processamento” da filosofia *Lean*. Com o intuito de uniformizar este processo, um ficheiro poderia ser partilhado na rede, onde cada fábrica iria preenchendo com as contagens de cada palete. Isto garante que a estrutura das informações de cada fábrica seja semelhante e torna a visualização do *stock* mais fácil e o seu registo mais rápido e menos sujeito a erros.

Problema 3 e respetiva proposta de solução:

Foi, ainda, identificada uma dificuldade no aprovisionamento de tabuleiros. Muitos tipos diferentes de tabuleiros são utilizados na paletização, algo que para a BA não se justifica. De facto, verificam-se 14, 12, 18, 14 e 25 tabuleiros diferentes nas fábricas de Avintes, Marinha Grande, Villafranca, Léon e Venda Nova, respetivamente. Este elevado número de tabuleiros deve-se essencialmente a especificações dos clientes, que desejam receber a palete completa com um tabuleiro de determinado tipo. Para solucionar este problema, foi dado conhecimento às fábricas das regras para a utilização dos tabuleiros, expostas no Anexo H. Todos os tabuleiros cuja tipologia não esteja definida no Anexo H, devem ser terminados.

Durante o desenvolvimento deste projeto, houve um acompanhamento na substituição dos tabuleiros, segundo as regras referidas, para as cinco fábricas da Ibéria. É de notar que este é um processo complexo que requer bastante organização. Por um lado, existem algumas restrições por parte dos clientes relativamente aos tabuleiros a serem utilizados, sendo necessária a pré-comunicação e a sua aceitação das alterações. Por outro lado, após a aprovação para a troca de tabuleiros por parte dos clientes, as listas técnicas têm de ser atualizadas, tendo sempre em mente que antes de qualquer alteração, o *stock* dos tabuleiros antigos tem de ser acabado. Durante o projeto, foram reduzidos, ao todo, 12 tabuleiros, o que corresponde a uma redução do seu número em 29% em Avintes, 8% na Marinha Grande, 22% em Villafranca e 8% na Venda Nova.

3.5 Processo de aprovisionamento de consumíveis, refratários, peças de reserva e outros

Para alguns materiais, como os consumíveis, refratários e peças de reserva, a BA utiliza um sistema MRP como suporte para as compras.

O MRP é um sistema de planeamento da produção e de gestão de *stocks* apoiado por computador. O seu objetivo é assegurar que os materiais, componentes ou produtos estejam disponíveis para a produção planeada, manter os níveis de *stock* mínimos e planear a produção, encomendas e entregas.

São utilizados três tipos de sistemas MRP do SAP para o planeamento de compras na empresa:

- **MRP VB:** existe *stock* de segurança para os materiais e cada vez que é atingido o ponto de reabastecimento (*reorder point*), cria-se uma ordem planeada de uma quantidade fixa de material, no sistema SAP, que será depois convertida em requisição de compra pelo operador do Armazém Geral (equivale ao modelo de revisão contínua);
- **MRP PD:** materiais não possuem *stock* de segurança, mas tem autorização permanente de compra. Quando o material é necessário, é despoletada a sua compra por meio de uma reserva da quantidade pretendida (não precisa de aprovação). Geralmente, não existe *stock* destes materiais em armazém, exceto quando a quantidade pretendida pelo utilizador é inferior ao mínimo que pode ser fornecido.
- **MRP ND:** materiais não possuem *stock* de segurança e não tem autorização permanente de compra. Para a sua aquisição, é necessário obter aprovação por meio de uma requisição de compra (necessita de aprovação). Mais uma vez, geralmente, não existe *stock* destes materiais.

Cada material utiliza um tipo de MRP específico para determinar o seu modo de reabastecimento. Ao MRP PD e ND estão associados materiais de criticidade, *lead time* do fornecedor, consumo ou frequência de consumo reduzida, quando comparados com os materiais que utilizam o MRP VB.

3.5.1 Descrição do processo

A Figura 18 ilustra de modo simplificado o processo de aprovisionamento de materiais consumíveis, peças de reserva e refratários. Note-se que o aprovisionamento de peças de reserva e refratários é realizado de modo central, para as 5 fábricas da Ibéria, enquanto que o de consumíveis é realizado de modo local.

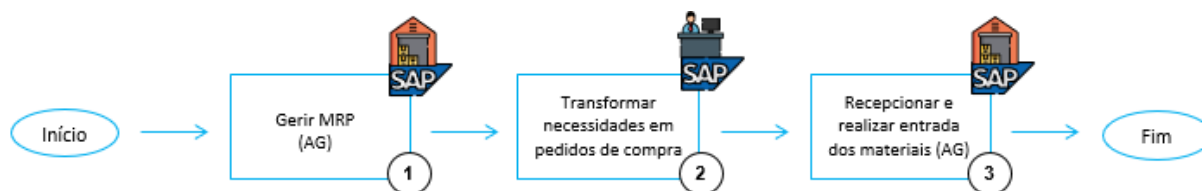


Figura 18 – Processo de aprovisionamento de consumíveis, peças de reserva e refratários

Este processo inicia-se com a gestão do MRP no Armazém Geral, descrito de seguida.

Gestão do MRP no Armazém Geral (passo 1 da Figura 18):

Um material que utilize o MRP VB possui um processo de reabastecimento equivalente ao do modelo de revisão contínua apresentado no enquadramento teórico. Para estes materiais, quando a quantidade em *stock* no AG atinge o ponto de reabastecimento, uma ordem planeada é gerada em SAP. O operador do AG é depois encarregue de converter esta ordem planeada

(MRP VB) e as reservas de material (MRP PD) em requisições de compra, no SAP. Este processo é realizado uma vez por dia no AG. As requisições de compra são depois processadas pelo aprovisionador para realizar a compra dos materiais.

Conversão das requisições em pedidos de compra (passo 2 da Figura 18):

Após a geração de requisições de compra, o aprovisionador deve criar os pedidos de compra aos fornecedores. Este processo é descrito na Figura 19.

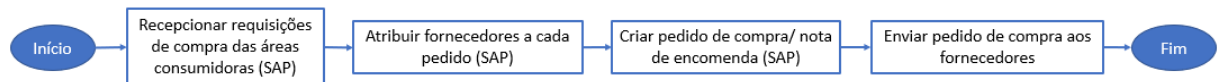


Figura 19 – Fluxograma do processo de conversão das requisições e pedidos de compra de materiais, pelo aprovisionador

Após receber as requisições de compra através do SAP, o aprovisionador atribui fornecedores a cada pedido. Seguidamente, é criado um pedido de compra em SAP. O SAP agrupa requisições de compra por fornecedor, o que permite criar um pedido para cada fornecedor. De seguida, os pedidos são enviados automaticamente através do SAP.

Para além deste processo, o aprovisionador é ainda o responsável pela realização da entrada de serviços em SAP, nomeadamente, de serviços de transporte. Este processo encontra-se esquematizado na Figura 20.

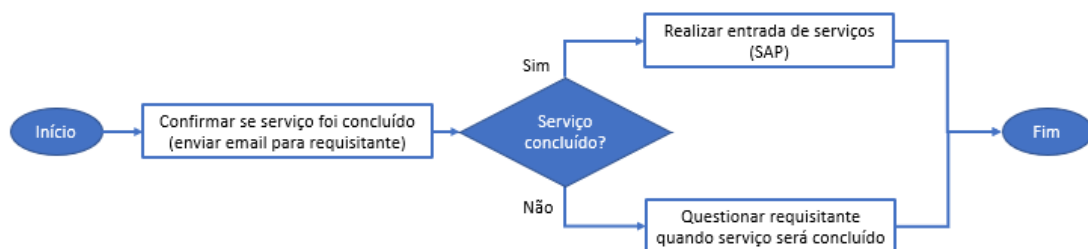


Figura 20 – Fluxograma do processo de realização da entrada de serviços por parte do aprovisionador

Receção e realização da entrada dos materiais em AG (passo 3 da Figura 18):

Na Figura 21 pode ser observado o processo de realização de entrada de materiais em AG. É de notar que este processo é distinto daquele que é realizado para as matérias-primas e casco (Figura 12). Este processo é repetido cada vez que um fornecedor chega ao AG, pelo que é feito várias vezes ao dia.

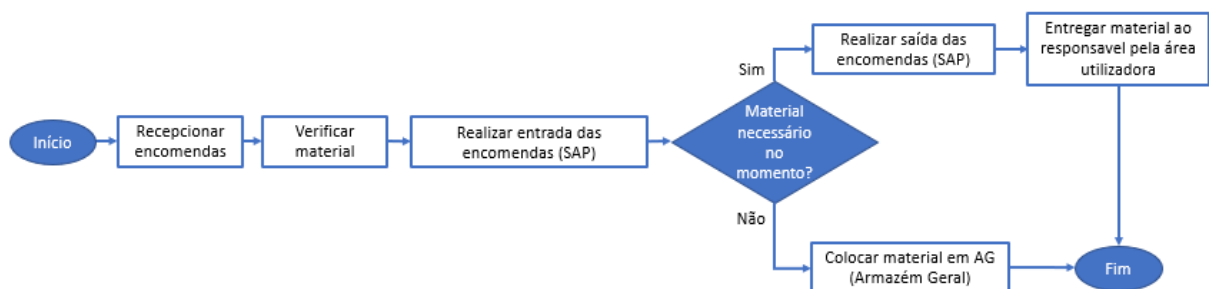


Figura 21 – Fluxograma do processo de realização de entrada de materiais em AG

3.5.2 Identificação de problemas e propostas de melhoria

Problema 1 e respetiva proposta de solução:

Foi identificada uma fragilidade no processo de conversão das requisições em pedidos de compra por parte do aprovisionador. Aquando da atribuição de fornecedores a um pedido, todo o histórico de fornecedores desde que o SAP foi criado aparece em sistema e não apenas os que

atualmente se encontram em uso. O sistema apresenta algum “lixo”, o que dificulta a seleção do fornecedor adequado. Esta escolha fica muito dependente da sensibilidade e da experiência do aprovisionador, encontrando-se pouco “standardizada”. Para solucionar esta situação, uma limpeza dos dados em SAP deverá ser realizada, assinalando em sistema todos os fornecedores aos quais já não se comprem materiais há muito tempo.

Problema 2 e respetiva proposta de solução:

Adicionalmente, existem demasiadas tarefas a passarem pelas compras. O aprovisionador, para além de ser responsável pela compra dos materiais, deve ainda realizar pedidos de orçamento a fornecedores, confirmar a receção dos pedidos de compra por parte dos fornecedores (atualizar datas de entrega, verificar se preços estão de acordo com a encomenda, entre outros), realizar entrada de serviços após confirmação de que estes já foram terminados, reclamar encomendas em atraso (sensivelmente 2 vezes por semana) e realizar a revisão das faturas com erros/pendentes todos os dias (por exemplo, quando o preço cobrado não corresponde ao preço acordado).

Algumas das faturas pendentes devem-se ao facto de, por vezes, a quantidade encomendada não corresponder à quantidade de material efetivamente recebida em AG. O operador deixa, assim, o pedido em aberto no SAP, aquando a realização da entrada dos materiais, mesmo quando a diferença de unidades é mínima. Quando o operador do armazém de Avintes foi questionado quanto à razão pela qual não fecha os pedidos, este refere que não possui autoridade para tal. O aprovisionador é depois encarregue de fechar o pedido, aprovando ou não essa diferença de unidades. Assim, verifica-se o desperdício “movimentações desnecessárias da filosofia *Lean*”. Em média, os aprovisionadores fecham 5 pedidos por dia, demorando cerca de 1 minuto por pedido, perfazendo 5 minutos por dia. Durante o desenvolvimento do projeto, foi definido que o operador do AG deverá fechar os pedidos quando a quantidade encomendada não corresponde à quantidade pedida, exceto quando esta diferença é bastante significativa (mais de 10% da quantidade encomendada). Os operadores dos Armazéns Gerais das fábricas da Ibéria foram informados do modo como os pedidos são fechados em SAP (ver Anexo I). Com esta solução foram reduzidos 5 minutos do trabalho diário do aprovisionador, correspondendo a 1,11% do seu tempo de trabalho por dia.

Problema 3 e respetiva proposta de solução:

Existem, ainda, algumas dificuldades na realização do seguimento das encomendas de serviços. De facto, os aprovisionadores têm de enviar um email para as áreas consumidoras para confirmar se os serviços já foram ou não realizados, processo que consome sensivelmente 10 minutos diários (no total). Este constitui tempo de trabalho desnecessário. Verifica-se, assim, ao desperdício “movimentações desnecessárias” da filosofia *Lean*. Para além disso, os aprovisionadores despendem, ao todo, cerca de uma hora por dia a rever faturas relativas a serviços que já foram concluídos e cuja entrada ainda não foi realizada em sistema. Uma possível solução seria a indicação no SAP, por parte das áreas consumidoras, que determinado serviço já foi concluído (utilizando, por exemplo, uma *checkbox*). Quando a *checkbox* fosse ativada, o aprovisionador receberia uma notificação. A implementação desta solução deverá ser discutida com o departamento de Tecnologias de Informação na BA. Esta solução permite que o trabalho do aprovisionador fique menos sobrecarregado, reduzindo-se 70 minutos do trabalho diário do aprovisionador, ou seja, 16% do tempo do seu tempo de trabalho por dia.

4 Gestão de *stocks*

Numa empresa, uma gestão eficiente do *stock* permite lidar com a imprevisibilidade do consumo de diversos materiais, possibilitando uma redução dos níveis de inventário e, consequentemente, dos custos de detenção de existências, sem comprometer o nível de serviço aos clientes.

O objetivo deste capítulo é apresentar uma proposta de solução que culmine com a redução da percentagem de consumíveis, peças de reserva e refratários em Armazéns Gerais e com a redução da porção de itens que poderão encontrar-se obsoletos. Primeiramente, é analisado o modo de gestão de *stocks* atual na BA. De seguida, os materiais são classificados segundo a análise ABC/XYZ e indicadores de performance são calculados para cada categoria, de modo a analisar a situação atual da empresa. Posteriormente, os parâmetros do modelo de gestão de *stocks* são redefinidos e é realizada uma comparação entre os resultados que se obteriam com os novos parâmetros e os resultados efetivamente obtidos, utilizando os valores de consumo dos últimos três anos. São também identificados os potenciais materiais obsoletos e apresentados os esforços desenvolvidos no sentido de diminuir a sua percentagem em inventário.

4.1 A gestão de *stocks* na BA

No grupo BA, a gestão de *stocks* é realizada de formas distintas dependendo do tipo de material. Para as matérias-primas, o modelo de revisão periódica (ver Anexo C) pode ser aplicado, sendo que o *Target Level* corresponde à quantidade necessária para encher os silos. Assim, para este tipo de materiais não é realizado o *forecast* das necessidades semanais, uma vez que a quantidade que é necessário comprar corresponde àquela que sustenta uma produção 24/7.

Por outro lado, alguns materiais, como consumíveis, refratários e peças de reserva, utilizam um sistema MRP como suporte para as compras e para a gestão dos níveis de inventário, como previamente referido, não sendo realizado *forecast* das necessidades. Estes materiais são aqueles que possuem maior potencial de redução de inventário e que, por essa razão, são objeto de análise neste capítulo 4.

É importante ter sempre em mente os vários tipos de MRP, previamente apresentados na secção 3.5. O sistema MRP VB utilizado pela BA equivale ao modelo de revisão contínua de gestão de *stocks*, referido na secção 2.3.4 do enquadramento teórico. De forma análoga ao modelo tradicional de revisão contínua, quando o ponto de reabastecimento (R) é atingido, uma quantidade fixa de material é encomendada ao fornecedor. Este modelo permite uma monitorização contínua dos níveis de inventário. Normalmente, os parâmetros do modelo, como o ponto de reabastecimento e o *stock* de segurança, são revistos quando os compradores do *Corporate Supply Chain* são informados pelas fábricas de alterações previstas nos consumos de determinados itens. As expressões (4.1), (4.2) e (4.3) indicam as fórmulas utilizadas atualmente pela empresa para o cálculo do *Lead Time Demand* (LTD), do *Stock* de Segurança (SS) e do Ponto de Reabastecimento (PR).

$$LTD = Lead\ Time \times Consumo\ médio\ por\ dia \quad (4.1)$$

$$SS = \frac{Máximo\ Consumo\ por\ dia}{Máximo\ Lead\ Time\ (dias)} - \frac{Consumo\ médio\ por\ dia}{Lead\ Time\ médio\ (dias)} \quad (4.2)$$

$$PR = LTD + SS \quad (4.3)$$

Apesar de, numa primeira análise, serem seguidas as fórmulas previamente apresentadas, a BA vai adaptando, ao longo do tempo, os valores do PR e da quantidade de encomenda de acordo com as necessidades das fábricas. A quantidade de encomenda é definida tendo em conta as quantidades mínimas e lotes previamente negociados com os fornecedores.

Por sua vez, os materiais que utilizam o MRP PD e ND não possuem um sistema de inventário identificado para o seu aprovisionamento. De facto, apenas é despoletada compra quando estes materiais são reservados ou requeridos por uma área utilizadora e as quantidades encomendadas não seguem uma lógica característica de um modelo de gestão de *stocks*.

Previamente, a BA já havia realizado uma análise classificando os itens em A, B e C, no entanto, esta não se encontra atualizada, nem é utilizada. Por outro lado, a BA não tem como hábito realizar análises XYZ ou VED.

4.2 Descrição do problema e da metodologia adotada

Num ambiente empresarial, é fulcral reduzir ao máximo os níveis de *stock*, de modo a minimizar os custos de detenção de inventário. Simultaneamente, é crucial manter um nível de serviço satisfatório. Surge, assim, na BA, uma necessidade de manter os níveis de *stock* mínimos, essencialmente de produtos consumíveis, refratários e peças de reserva, sem comprometer o nível de serviço.

Por outro lado, verifica-se na BA uma elevada percentagem de potenciais itens obsoletos nas cinco fábricas da Península Ibérica, como será analisado com maior detalhe na secção 4.5. Estes itens devem ser retirados de *stock*, uma vez que não só constituem capital estagnado para a empresa, como também ocupam espaço de armazenamento no AG. Assim, um dos desperdícios da filosofia *Lean* foi mais uma vez identificado: o excesso de *stock*.

Com o intuito de diminuir o *stock* em AG de itens atualmente consumidos, a metodologia seguida foi:

1. Recolha e triagem dos dados relativos aos consumos dos materiais;
2. Categorização dos artigos – realização da análise ABC/XYZ;
3. Redefinição dos parâmetros relativos à gestão de *stocks*, tendo em conta a categoria na qual o artigo se insere – redefinição do tipo de MRP dos materiais, pontos de reabastecimento, *stock* de segurança e quantidades a encomendar (ver secção 4.4);
4. Proposta de implementação dos novos parâmetros– diálogo com a fábrica de Avintes como teste piloto.

Com o intuito de diminuir a percentagem de artigos obsoletos em AG, a metodologia seguida foi:

1. Identificação dos artigos sem consumo desde 2016 (potenciais obsoletos);
2. Divisão dos artigos em itens que podem ou não circular (ver secção 4.5.2);
3. Proposta de implementação nas fábricas - diálogo com as fábricas com o intuito de avaliar a criticidade dos itens e identificar inequivocamente os artigos obsoletos; averiguar a possibilidade de transferência de *stock* entre fábricas ou revenda dos materiais se os artigos puderem ou não circular, respetivamente.

Os dados utilizados foram recolhidos do sistema SAP e foram processados e analisados utilizando o software Microsoft Excel.

4.3 Categorização dos artigos

Na BA existem milhares de materiais diferentes. O primeiro passo para uma eficiente gestão de inventários e a redução de *stock* consiste em reduzir a complexidade da análise. Para tal, é fulcral dividir os artigos em categorias diferentes, neste caso, tendo em conta o seu consumo.

Neste subcapítulo são descritos os procedimentos realizados com o intuito de classificar os artigos segundo a análise ABC e XYZ, principiando com a descrição do processo de recolha e

triagem de dados. Optou-se por complementar a análise ABC com uma análise XYZ e não uma análise VED. Isto porque a análise VED ao se tratar de uma ferramenta qualitativa de separação dos materiais, implica a análise da criticidade de cada material individualmente. Dado o elevado número de materiais a analisar para cada fábrica e o horizonte temporal do projeto, esta opção era a menos viável.

4.3.1 Recolha e triagem dos dados

Numa fase inicial, é fulcral proceder-se à triagem dos artigos, focalizando a análise nos itens mais relevantes. Para este efeito, foram efetuadas três triagens nos dados: uma primeira triagem é focada no modo de aprovisionamento dos vários tipos de materiais; uma segunda, no seu valor (€) em *stock* e potencial de redução de existências; uma terceira relativa aos itens sem registo de consumo recente.

Como previamente referido, o modo de aprovisionamento de matérias-primas e materiais de embalagem, bem como o de matérias subsidiárias, é distinto dos restantes materiais, estando, por isso, fora de âmbito deste projeto relativamente à redução de inventários. Assim, sendo, numa primeira triagem, estes materiais foram excluídos, como ilustra a Figura 22.

Posteriormente, analisou-se, para cada uma das cinco fábricas da Península Ibérica, quais os tipos de material que possuem um maior valor em inventário. Na Tabela J1 do Anexo J podem-se observar as percentagens de valor em *stock* dos vários tipos de material, resultantes da primeira triagem, em cada fábrica. Na maioria das fábricas, os tipos de materiais com maior valor em inventário são os consumíveis, as peças de reserva e os refratários. Estes materiais, em conjunto, representam valores em *stock* geralmente superiores a 80% em cada fábrica, tratando-se de materiais com maior potencial de redução de *stock* e que, por isso são foco de análise. Os restantes materiais foram excluídos, como se pode observar na segunda triagem ilustrada na Figura 22.

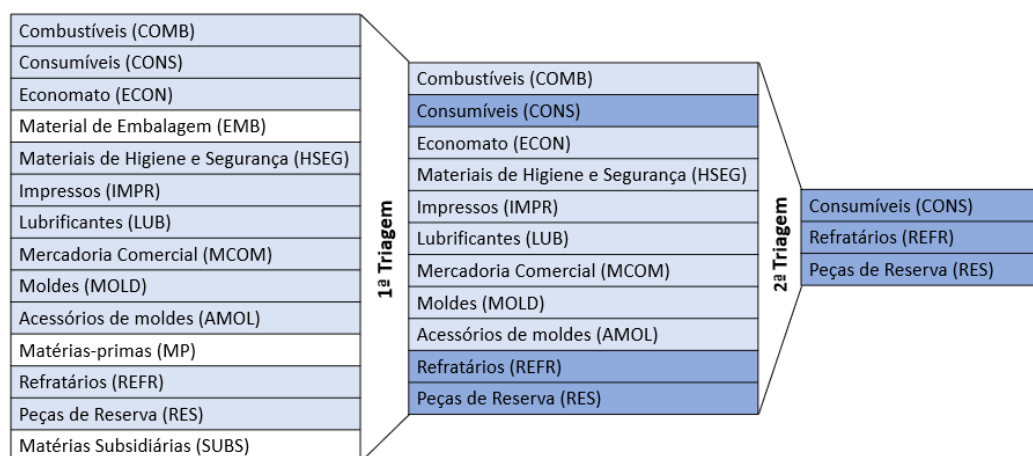


Figura 22 – Triagem dos tipos de material para análise

Depois da seleção dos tipos de material a analisar, os dados alusivos à quantidade e ao valor do consumo dos materiais movimentados em cada fábrica de 2016 a 2018 foram retirados do SAP. Os registos de movimentações de material incluem materiais que foram consumidos, reservados (mesmo que posteriormente não tenham sido consumidos), devoluções de material e transferências entre fábricas. Os dados recolhidos não incluem os itens que se encontram em sistema, mas que foram assinalados como materiais em desuso/ para eliminação.

De seguida, alguns materiais de cada tipo foram excluídos da análise, constituindo uma terceira triagem. Na terceira triagem foram excluídos da análise os materiais que não são consumidos nos três anos em estudo (de 2016 a 2018). Estes materiais serão analisados separadamente, na secção 4.5. De facto, os materiais sem consumo não devem ser incluídos na análise XYZ, uma

vez que o desvio padrão dos seus consumos é nulo, e consequentemente, não é possível calcular o coeficiente de variação dos consumos necessário para a alocação dos materiais às categorias.

O número de materiais existentes antes e depois da terceira triagem descrita podem ser observados na Figura 23.

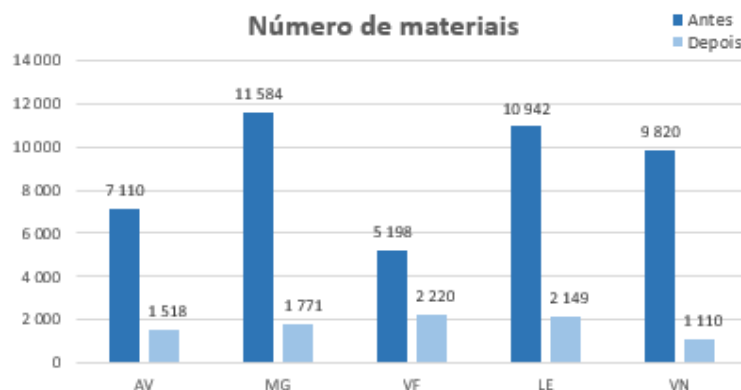


Figura 23 – Triagem do número de materiais incluídos na análise (3ª triagem)

A maioria dos materiais existentes em sistema não é consumido nos anos em estudo.

Nesta fase, foram removidos 5592 materiais em Avintes, 9813 materiais na Marinha Grande, 2978 materiais em Villafranca de los Barros, 8793 em León e 8710 materiais na Venda Nova, correspondendo a reduções no número de materiais analisados em 79%, 85%, 57%, 80% e 89% respetivamente. Após esta triagem, o valor em *stock* dos materiais selecionados para análise reduziu em 48%, 55%, 46%, 54% e 65% para Avintes, Marinha Grande, Villafranca, León e Venda Nova, respetivamente. Os valores em *stock* dos materiais selecionados para análise, retirados do SAP a 16 de Maio, em cada fábrica, podem ser observados na Figura 24.

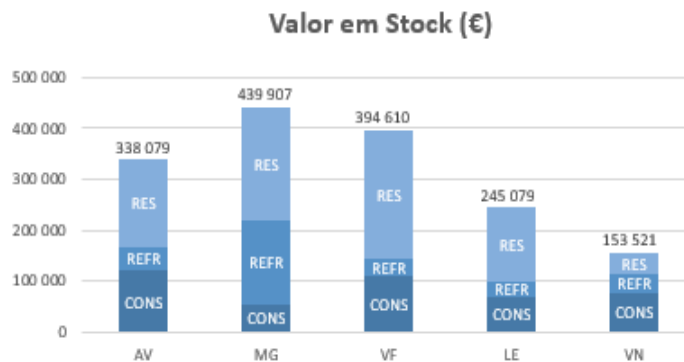


Figura 24 – Valor, em euros, do *stock* de peças de reserva, consumíveis e refratários incluídos na análise

O tipo de material com maior valor em inventário são as peças de reserva, seguidas dos consumíveis e, por fim, os refratários.

Da primeira para a terceira triagem, o *stock* que foi eliminado da análise encontra-se avaliado em 8 milhões de euros, considerando o conjunto das cinco fábricas da Península Ibérica. Este valor representa 86% do valor em *stock* inicial, permanecendo em análise 14% do *stock* (1 571 196 €). O elevado valor dos materiais eliminados deve-se essencialmente à eliminação das matérias-primas da análise, na primeira triagem. De facto, as matérias-primas representam um maior valor em *stock* comparativamente com os restantes materiais, na maioria das fábricas (ver Figura J1 do Anexo J, para o caso de Avintes), já que apresentam um elevado preço unitário e são constantemente utilizadas no fabrico. Como tal, existe um reduzido potencial de diminuição do valor de matérias-primas em inventário. Para além disso, grande parte dos materiais excluídos da análise consistem em consumíveis, peças de reserva e refratários que se encontram obsoletos e que serão analisados separadamente na secção 4.5.

4.3.2 Análise ABC

A análise ABC, análise de Pareto ou regra 80/20 é um método que permite classificar/categorizar os inventários de acordo com a sua importância relativa para a empresa, como previamente referido no enquadramento teórico. Esta classificação pode ser realizada tendo em conta as vendas, procura, consumo, valor em *stock*, entre outros.

No caso da BA, como se pretende reduzir a quantidade de produtos em inventário, sendo estes consumidos pela empresa, a análise ABC foi realizada relativamente ao valor, em euros, associado aos consumos totais dos diferentes artigos de 2016 a 2018. Foram selecionados três anos na análise, uma vez que existem materiais que são consumidos em intervalos de tempo superiores a um ano. Desta forma, são captadas as flutuações no consumo dos itens.

Como referido no enquadramento teórico, esta análise deve ser aplicada a um grupo homogêneo de produtos. Como se pretendem analisar três tipos de produtos diferentes, em teoria, esta análise seria efetuada para cada tipo de material para cada fábrica, resultando em quinze análises ABC ao todo. No entanto, verificam-se erros de criação de alguns materiais do tipo “consumível” e “peça de reserva” em SAP. De facto, alguns materiais consumíveis são identificados como peças de reserva em SAP e vice-versa. Nestes casos de erro, se o tipo de material for alterado no SAP, o histórico associado ao material é eliminado, pelo que a BA nunca procedeu à sua alteração. Isto torna inviável a separação destes dois tipos de material na análise. Por outro lado, os materiais refratários consistem nos consumíveis e peças de reserva específicos do forno, sendo caracterizados por grandezas semelhantes a estes dois tipos de material, tratando-se de materiais relativamente homogêneos. Assim, os consumíveis, peças de reserva e refratários são incluídos em uma única análise ABC para cada fábrica. Houve o cuidado de separar a análise por fábrica, visto que existe variabilidade de consumos entre fábricas e, inclusive, existem materiais que apenas são consumidos em algumas fábricas.

A Tabela 10 e a Figura 25 resumem os resultados obtidos com a análise ABC, para a fábrica de Avintes. Os resultados para as restantes fábricas podem ser consultados no Anexo K.

Tabela 10 – Resultados da análise ABC para a fábrica de Avintes

Categoria	% Consumo	Nº SKUs	% SKUs	% SKUs teórica	Diferença da % SKUs relativamente aos limites teóricos
A	80%	188	12,38%	20%	-7,62%
B	15%	282	18,58%	30%	-11,42%
C	5%	1048	69,04%	50%	+19,04%

Note-se que os artigos foram alocados às diferentes categorias em termos da percentagem de consumo dos materiais, segundo os critérios utilizados por Yang (2009).

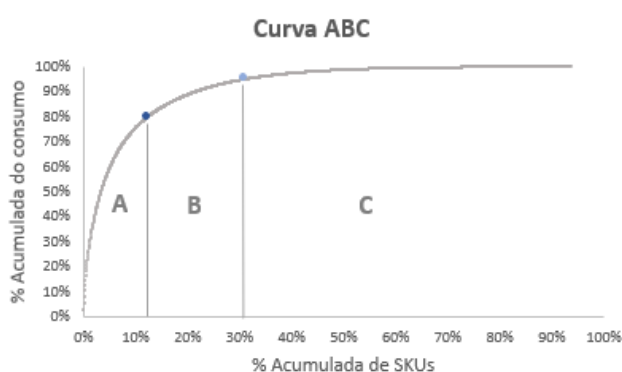


Figura 25 – Curva ABC para a fábrica de Avintes

A análise dos resultados obtidos permite concluir que a classificação dos materiais obtida se encontra ajustada, uma vez que a percentagem de SKUs incluída em cada categoria não varia substancialmente dos limites teóricos apresentados na Tabela 1 do enquadramento teórico. Assim, a maior percentagem de consumo verifica-se numa reduzida quantidade de produtos, ao passo que uma reduzida percentagem de consumo é alocada à maioria dos materiais.

Comparativamente às restantes fábricas, Léon é a que apresenta os maiores desvios em relação aos limites teóricos. No entanto, em todas as fábricas, verifica-se que menos SKUs são inseridos nas categorias A e B comparativamente com os valores teóricos, ao passo que mais itens são incluídos na categoria C. Assim, verifica-se um número superior de itens com um reduzido valor (€) de consumo comparativamente com os valores teóricos.

4.3.3 Análise XYZ

A análise XYZ permite classificar os produtos de acordo com a variabilidade do seu consumo, tal como referido no enquadramento teórico. A realização desta análise é fundamental para complementar a análise ABC pré-apresentada.

O primeiro passo para a obtenção desta classificação foi a recolha do valor (€) dos consumos mensais dos materiais sob análise de 2016 a 2018, a partir do SAP. De seguida, o valor do coeficiente de variação (CV) foi calculado para cada material. Depois, os artigos foram alocados às diferentes categorias tendo em conta os critérios definidos por Scholz-Reiter (2012). É de notar que estes foram os limites selecionados, uma vez que esta análise não foi realizada previamente pela BA, não existindo limites pré-definidos como ideais pela empresa.

A Tabela 11 apresenta os resultados obtidos com a análise XYZ efetuada para a fábrica de Avintes. Os resultados para as restantes fábricas podem ser consultados no Anexo L.

Tabela 11 – Resultados da análise XYZ para a fábrica de Avintes

Categoria	CV	Nº SKUs	% SKUs
X	< 0,5	14	0,92%
Y	[0,5; 1]	45	2,96%
Z	> 1	1459	96,11%

Como se pode verificar pelos resultados obtidos, para as cinco fábricas, uma grande percentagem de materiais insere-se na categoria Z. Por exemplo, no caso da fábrica de Avintes, 96,11% dos materiais são inseridos nesta categoria. Esta elevada percentagem deve-se essencialmente ao consumo irregular e imprevisível que caracteriza a maioria dos consumíveis, peças de reserva e materiais refratários, o que tornaria a precisão das previsões das necessidades destes materiais bastante baixa.

4.3.4 Matriz ABC/XYZ

O número de materiais obtidos em cada categoria resultante da integração da análise ABC e XYZ, para a fábrica de Avintes, pode ser observado na Tabela 12. A matriz ABC/XYZ para as restantes fábricas pode ser consultada no Anexo M.

Tabela 12 – Número de materiais em cada categoria da matriz ABC/XYZ para a fábrica de Avintes

Análise ABC \ Análise XYZ	X	Y	Z
A	11	29	148
B	3	11	268
C	0	5	1043

Após a separação dos materiais pelas várias categorias (AX, AY, AZ, BX, BY, BZ, CX, CY e CZ), alguns KPIs foram calculados para cada material. Os KPIs permitem avaliar o desempenho atual da empresa, neste caso, quanto à gestão de inventário, bem como avaliar a performance

dos fornecedores/transportadores. Os indicadores de performance calculados para cada material podem ser observados na Tabela 13.

Tabela 13 – Indicadores de *performance* utilizados

Indicador	Fórmula	Objetivo
Taxa de rotação (por ano)	$\frac{\text{Consumo médio/ ano}}{\text{Stock médio}}$	Maximizar
Taxa de cobertura (em dias)	$\frac{\text{Stock médio}}{\text{Consumo médio/ ano}} * 365$	Minimizar
Taxa de rutura (%) (relativa ao fornecimento)	$\frac{\sum Qt. Encomendada - \sum Qt. Recebida}{\sum Qt. Encomendada} * 100\%$	Minimizar

Estes KPIs podem ser calculados relativamente ao valor monetário ou relativamente à quantidade. Neste projeto, os indicadores foram determinados com base no valor monetário.

A taxa de rotação do *stock* indica o número de vezes que o inventário se renova no período em análise, neste caso, no ano. Para o cálculo deste indicador, primeiramente, foi calculado o valor do *stock* médio e do consumo médio por ano. O consumo médio por ano foi obtido com base na média dos consumos verificados nos anos mais recentes, ou seja, de 2016 a 2018. Por sua vez, o valor do *stock* médio foi extraído do SAP, tendo como referência o mesmo período.

A taxa de cobertura, em dias, indica o número de dias cobertos pelo *stock* médio, não havendo necessidade de realizar uma nova encomenda de material. O seu valor consiste no inverso da taxa de rotação.

Por sua vez, a taxa de rutura foi calculada como sendo a porção da quantidade total encomendada que não foi efetivamente recebida nas fábricas. Permite avaliar a eficiência dos fornecedores/transportadores dos artigos, o que por sua vez pode ter impacto na rutura de *stocks*.

A existência de artigos com uma rotação de *stocks* diminuta e uma elevada taxa de rutura deve ser evitada. Analogamente, valores elevados de cobertura são indicadores de ineficiências ou na gestão de *stocks* da empresa ou dos fornecedores e/ou transportadores.

Uma média dos valores de cada KPI foi calculada para cada quadrante da matriz ABC/XYZ. Optou-se por excluir do cálculo do valor médio aqueles materiais que possuem valores de indicadores de performance bastante discrepantes dos restantes materiais inseridos na mesma categoria (*outliers*). O procedimento realizado para a remoção dos *outliers* pode ser observado no Anexo N. É fundamental não considerar estes valores discrepantes no cálculo da média dos KPIs para cada categoria, uma vez que, em categorias onde muitos materiais são inseridos (por exemplo, categoria Z da análise XYZ) existe uma maior probabilidade de existirem *outliers* que irão desviar a média de um modo significativo para valores de KPI irreais.

Os valores da taxa de rotação, cobertura e rutura (relativa ao fornecimento) obtidos para a fábrica de Avintes podem ser observados na Tabela 14, Tabela 15 e Tabela 16, respetivamente. Os resultados para as restantes fábricas podem ser observados no Anexo O.

Tabela 14 - Taxa de rotação por categoria da análise ABC/XYZ na fábrica de Avintes

Análise Análise ABC	XYZ	X	Y	Z	Média ABC
A		15,86	14,66	5	7,45
B		186,38	9,17	4,89	5,21
C		-	7,47	1,66	1,69
Média XYZ		14,58	12,77	2,38	

O expectável seria que se verificasse uma diminuição da taxa de rotação da categoria A para a categoria C, uma vez que a categoria em que se inserem os materiais com maior consumo (A) deve ser caracterizada por uma maior rotatividade de inventário. Por outro lado, espera-se que o valor da rotação de

stocks diminua da categoria X para a Z, uma vez que os materiais inseridos na categoria X tem um consumo mais regular e, desta forma, devem ser caracterizados por uma taxa de rotação superior. De facto, os valores obtidos em todas as fábricas vão de encontro ao esperado.

Tabela 15 – Taxa de cobertura (dias) por categoria da análise ABC/XYZ na fábrica de Avintes

Análise XYZ Análise ABC	X	Y	Z	Média ABC
A	29	33	152	122
B	31	51	167	159
C	-	57	541	537
Média XYZ	33	40	385	

Relativamente à taxa de cobertura, é esperado o incremento do seu valor da categoria A para a C e da categoria X para a Z. De um modo geral, isto verificou-se não só para a fábrica de Avintes (ver Tabela 15), como também para as restantes fábricas da Península Ibérica (ver Anexo O). No entanto, o *stock* médio cobre um número bastante elevado de dias

para os materiais inseridos na categoria Z, o que revela um desajuste dos parâmetros do modelo de gestão de *stocks* utilizados atualmente pela empresa, nomeadamente da quantidade a encomendar. Esta conclusão é reforçada pelos reduzidos valores de rotação de *stock* verificados.

Tabela 16 – Taxa de rutura relativa ao fornecimento por categoria da análise ABC/XYZ na fábrica de Avintes

Análise XYZ Análise ABC	X	Y	Z	Média ABC
A	7,13%	3,77%	4,61%	4,21%
B	6,04%	2,50%	0%	0%
C	-	0%	0%	0%
Média XYZ	6,88%	3,02%	0%	

Por último, verificou-se que a taxa de rutura diminui da categoria A para a categoria C em todas as fábricas da Península Ibérica (ver Tabela 16 e Anexo O). Isto não vai ao encontro do esperado, uma vez que os materiais A, sendo aqueles que possuem um valor de consumo superior, deverão apresentar um maior nível de serviço na entrega dos

artigos e, como tal, uma reduzida taxa de rutura relativa ao seu fornecimento. Por outro lado, esta taxa deverá ser reduzida na categoria com consumo regular (X), em relação às categorias Y e Z. Isto não se verifica na fábrica de Avintes e da Marinha Grande. Para além do referido, na maioria das fábricas, a taxa de rutura revelou-se bastante elevada para algumas categorias da análise ABC/XYZ, principalmente na categoria AX, o que é indicador de algumas ineficiências relacionadas com os fornecedores/transportadores que realizam o abastecimento destes materiais. Assim, a BA deverá realizar uma revisão dos fornecedores/transportadores que atualmente trabalham com a empresa e averiguar alternativas que culminem com a redução da taxa de rutura relativa ao fornecimento dos artigos.

Assim, de um modo geral, a taxa de rotação dos artigos deverá ser aumentada e as taxas de cobertura e de rutura deverão ser diminuídas. Para tal, é, ainda, fundamental redefinir os parâmetros do modelo de gestão de inventário, bem como redefinir o tipo de MRP utilizado no aprovisionamento dos materiais, no caso de estes se encontrarem desajustados.

4.4 Redefinição dos parâmetros do modelo de gestão de *stocks*

Após a categorização dos materiais segundo a matriz ABC/XYZ, é fundamental adotar uma estratégia adaptada às características de cada categoria.

Com o intuito de reduzir ao máximo o valor estagnado em *stock*, o tipo de MRP definido para cada material deve ter em conta três principais critérios:

- O valor monetário correspondente ao consumo do material;
- A regularidade do consumo;
- A criticidade do material.

Assim, tendo em conta os dois primeiros critérios, foram definidos os tipos de MRP que, em teoria, se adaptariam melhor às características de cada categoria da matriz ABC/XYZ (ver Figura 26). Na Figura 27 podem-se observar os tipos de MRP atualmente utilizados em cada categoria, na fábrica de Avintes.

	X	Y	Z
A	VB	VB	VB
B	VB	VB	PD
C	VB	PD	ND

Figura 26 - Tipos de MRP definidos para cada material, em teoria

	X	Y	Z
A	VB	VB PD	VB PD ND
B	VB PD	VB PD	VB PD ND
C		VB	VB PD ND

Figura 27 - Tipos de MRP utilizados na fábrica de Avintes atualmente

De facto, de um modo geral, os materiais com maior valor de consumo (categoria A), os materiais com consumo mais regular (categoria X) e os materiais inseridos na categoria BY deverão ser constantemente reabastecidos, devendo-se aplicar o MRP VB. Por outro lado, os materiais inseridos nas categorias CY, CZ e BZ, para além de apresentarem uma reduzida taxa de rotação (*slow moving products*), apresentam valores e frequências de consumo reduzidas. Assim, se, adicionalmente, estes artigos apresentarem uma reduzida criticidade, o modelo de revisão contínua não será o mais adequado, já que, na BA, o reabastecimento automático destes itens pode resultar numa situação de acumulação de *stock* desnecessário. Os materiais que apresentam um consumo reduzido e bastante irregular (categoria CZ) apenas deverão ser adquiridos por meio de uma requisição de compra, que terá de ser aprovada pelo diretor de fábrica, de modo a apenas se adquirir o material quando estritamente necessário. Às restantes categorias (BZ e CY) aplicar-se-ia o MRP PD, apenas se realizando a compra dos materiais quando as áreas utilizadoras realizarem uma reserva dos mesmos, nas quantidades pretendidas. Note-se que a matriz da Figura 26 representa apenas uma matriz teórica, que permite a identificação de artigos cuja política de gestão de *stock* poderá não ser a mais adequada.

Na Tabela 17 podem-se observar os potenciais resultados, nomeadamente o valor potencialmente reduzido em *stock*, se todos os materiais inseridos nas categorias BZ, CY e CZ alterassem o seu MRP de VB para PD/ND, em cada fábrica. Ou seja, assume-se, na Tabela 17, que todos os materiais inseridos nestas categorias não são críticos.

Tabela 17 – Potenciais resultados com a alteração do MRP VB para PD/ND para os materiais nas categorias BZ, CY e CZ

Fábricas	Potencial valor de redução de inventário (qualitativo)	Potencial valor (€) de redução de inventário (quantitativo)	Potencial número de materiais cujo MRP altera de VB para PD/ND	Potencial variação Percentual do valor (€) total em <i>stock</i>
AV	Valor em <i>stock</i> de segurança antes da alteração do MRP	30 217 €	604	-4,72%
MG		56 919 €	529	-6,05%
VF		41 050 €	982	-5,91%
LE		18 314 €	888	-2,98%
VN		11 654 €	190	-2,58%

Contudo, a criticidade dos materiais tem de ser, também, analisada e tida em consideração na definição do tipo de MRP. Este critério apenas pode ser avaliado para cada material individualmente, em conjunto com as fábricas. Esta análise é bastante demorada devido não só ao elevado número de materiais a avaliar, como também aos inúmeros operadores, com reduzida disponibilidade, que é necessário contactar. Como tal, os valores definidos na Tabela 17 representam apenas um potencial de diminuição do valor em *stock*, uma vez que qualquer alteração do tipo de MRP de um material tem de ser previamente aprovada pela fábrica.

Adicionalmente, um material pode estar inserido numa categoria definida com MRP VB na Figura 26, no entanto, apresentar uma reduzida criticidade, podendo-lhe ser atribuído o MRP PD ou ND. Como tal, o MRP dos materiais inseridos nas categorias AX, AY, AZ, BX, BY e CX não deverá ser alterado de PD ou ND para VB, pois, à partida, estes materiais já foram previamente identificados pela empresa como não críticos, não sendo necessário um reabastecimento constante e automático dos mesmos.

Posteriormente, foram recalculados os valores dos parâmetros da política de gestão de *stocks* para os materiais que utilizam MRP VB atualmente e se inserem nas categorias AX, AY, AZ, BX, BY e CX, para as cinco fábricas da Península Ibérica. O objetivo é manter o mínimo inventário possível de artigos nestas categorias sem comprometer o nível de serviço aos clientes. A política aplicada foi o modelo de revisão contínua, apresentado na secção 2.3.4.

Primeiramente, com vista à redefinição dos parâmetros, foram determinados para cada material:

- **Consumo médio por dia (quantidade):** calculado com base no período em análise (2016 a 2018) a partir do valor (€) do consumo médio diário e do preço do material;
- **Desvio padrão do consumo médio por dia (quantidade):** dada a impossibilidade de extração dos consumos diários do SAP para um número elevado de materiais, o desvio padrão dos consumos diários foi deduzido a partir do desvio padrão dos consumos mensais, assumindo a independência dos consumos diários (ver Anexo P);
- **Lead time médio dos fornecedores de cada material:** calculado a partir da diferença entre a data em que a encomenda chegou (data de lançamento) e a data em que foi realizada a compra (data do documento de compra). Foi calculado o seu valor médio para várias encomendas, excluindo *ouliers* (ver Anexo N);
- **Desvio padrão do lead time dos fornecedores para cada material:** no seu cálculo não foram, mais uma vez, incluídos os valores de *lead time* discrepantes em relação aos restantes (*ouliers*);
- **Custo de colocação de uma encomenda (ordering cost):** obtido através da multiplicação do salário ao minuto de um aprovisionador pelo número de minutos que demora, em média, a criação e colocação de uma encomenda a um fornecedor, bem como a inspeção do lote recebido (total de 3 minutos por encomenda). Assim, o custo por encomenda foi estimado em 0,42€;
- **Custo de detenção de 1 unidade por ano (holding cost):** foi incluído o custo de capital, ou seja, o custo dos fundos para financiar esse inventário – constitui a maior porção dos *inventory holding costs*. O custo de capital foi calculado para cada material através da multiplicação do custo médio ponderado do capital (WACC) na BA (4,67%) pelo valor de uma unidade em inventário (preço do material) (Durlinger 2012). Os custos de perecibilidade não se aplicam aos materiais analisados. Por outro lado, os custos de manuseamento dos materiais não foram estimados uma vez que o tempo despendido na movimentação dos mesmos em armazém não é significativo. Para o cálculo dos custos de armazenamento, seria necessário obter o custo de armazenamento no AG por metro quadrado de prateleira, tendo em conta a renda e seguro do armazém. No entanto, este custo teria de ser multiplicado pela área que cada material ocupa no AG, valor cuja obtenção não é viável, uma vez que não se encontra definido em SAP e a medição desta área teria de ser realizada individualmente para cada material.

Posteriormente, as fórmulas utilizadas para o cálculo do valor do LTD, PR e quantidade a encomendar (Q) foram calculadas com base nas expressões (2.2), (2.3) e (2.4), presentes no enquadramento teórico, respetivamente. Como o *lead time* dos fornecedores dos tipos de materiais em estudo é variável, a expressão (2.6) foi utilizada no cálculo do *stock* de segurança (SS). Note-se que a fórmula (4.2) do *stock* de segurança atualmente utilizada pela empresa não foi aplicada, uma vez que se trata de uma expressão pessimista, já que a relação entre o valor máximo do consumo diário e o máximo *lead time* é bastante elevado para cada material.

Os valores de nível de serviço utilizados para cada material têm como base a categoria da matriz ABC/XYZ onde se inserem e podem ser observados na Tabela 5 do enquadramento teórico.

No Anexo Q pode-se observar a folha de cálculo desenvolvida para o cálculo dos novos parâmetros do modelo de revisão contínua (MRP VB), na fábrica de Avintes.

Com o intuito de verificar o impacto da redefinição dos parâmetros, realizou-se uma simulação para averiguar que níveis de inventário se obteriam, na prática, se os novos valores do modelo tivessem sido utilizados, de 2016 a 2018. Na Tabela 18 pode-se observar a comparação entre o valor monetário (€) total do ponto de reabastecimento (PR), quantia encomendada (Q) e nível de *stock* (SM), antes e depois da redefinição dos parâmetros, para as cinco fábricas da Península Ibérica. O *stock* médio de cada material foi calculado recorrendo à expressão (2.7), apresentada no enquadramento teórico.

Tabela 18 – Comparação dos resultados que esperaria obter com os novos parâmetros

	Fábricas		AV	MG	VF	LE	VN
Inicialmente	PR	€	177 488 €	229 755 €	139 586 €	96 498 €	61 122 €
	Q	€	200 034 €	232 904 €	147 075 €	68 964 €	35 338 €
	SM	€	199 888 €	242 397 €	156 931 €	112 783 €	45 287 €
Após redefinição de parâmetros	PR	€	126 438 €	143 407 €	100 505 €	61 955 €	45 656 €
		% Variação	-28,76%	-37,58%	-28%	-35,8%	-25,3%
	Q	€	62 143 €	53 725 €	63 497 €	35 816 €	30 912 €
		% Variação	-68,93%	-76,93%	-56,82%	-48,07%	-12,52%
	SM	€	118 635 €	120 403 €	89 211 €	60 440 €	39 577 €
		% Variação	-40,65%	-50,33%	-43,15%	-46,41%	-12,61%
	SM _f - SM _i		-96 235 €	-121 994 €	-67 720 €	-52 343 €	-5 710 €
	% Variação do valor (€) total em <i>stock</i> ³		-15,03%	-12,97%	-9,74%	-8,52%	-1,27%

Verifica-se que, caso os novos parâmetros fossem utilizados nos últimos 3 anos, ocorreria uma redução do valor em inventário para as cinco fábricas. Apesar de se ter verificado uma redução do valor (€) total em *stock* correspondente ao ponto de reabastecimento dos materiais, observou-se uma redução ainda mais acentuada no valor monetário correspondente às quantidades de encomenda (Q). Isto é indicador de um desajuste do modo atual de definição destes parâmetros na empresa, principalmente das quantidades a encomendar. Com os novos parâmetros, ocorreria uma redução do valor em *stock* dos três tipos de material em análise, na fábrica de Avintes, superior a 3%, superando-se o objetivo do projeto.

³ Consiste na percentagem de variação do valor total em *stock* de consumíveis, peças de reserva e refratários (incluindo todos os materiais) se fossem utilizados os novos valores dos parâmetros.

Os resultados obtidos apontam para uma atual gestão de inventário mais eficiente por parte da fábrica da Venda Nova, comparativamente com as restantes, uma vez que esta fábrica apresenta o menor potencial de melhoria com a redefinição dos parâmetros do modelo de gestão de *stocks*. Esta conclusão é reforçada pelos valores inferiores de taxa de cobertura verificados atualmente nesta fábrica, comparativamente com as restantes (ver Anexo O).

Efetivamente, houve uma redução do *stock* médio de 57% dos artigos analisados em Avintes, 62% na Marinha Grande, 65% em Villafranca, 80% em Léon e 43% na Venda Nova. A título de exemplo, a Tabela 19 indica, apenas para a fábrica de Avintes, a percentagem de artigos inseridos em cada categoria da análise ABC/XYZ que sofreram uma diminuição do valor (€) em *stock* médio após a redefinição dos parâmetros.

Tabela 19 – Percentagem de artigos cujo valor (€) em *stock* médio reduziu após a redefinição dos parâmetros na fábrica de Avintes

Análise Análise ABC	XYZ	X	Y	Z	ABC
A		45%	53%	64%	60%
B		50%	50%	-	50%
C		-	-	-	-
XYZ		46%	53%	64%	

Analisando-se a Tabela 19, verifica-se que apenas na categoria AX se observou um aumento ou manutenção do valor do *stock* médio na maioria dos produtos (55%). Isto deve-se essencialmente ao nível de serviço superior que foi associado a estes materiais (Tabela 5), o que leva à inflação do valor do *stock* de segurança, que por sua vez aumenta o

inventário médio a manter d. Porém, apesar do *stock* médio ter reduzido em menos de metade dos artigos inseridos nesta categoria (45%), o valor monetário associado reduziu em 10 041 €. Tal é indicador de que: a redução no valor do *stock* médio sofrido por 45% dos artigos teve uma amplitude superior comparativamente com o aumento no valor do *stock* médio sofrido pelos restantes 55%; os artigos cujo valor em inventário médio sofreu uma redução apresentavam valores de *stock* de segurança e/ou quantidades de encomenda bastante inflacionados antes da redefinição dos parâmetros.

Relativamente à taxa de rotação e de cobertura, a Tabela 20 apresenta uma comparação entre os valores médios obtidos antes e depois da redefinição dos parâmetros nas categorias AX, AY, AZ, BX, BY e CX e da alteração do MRP dos materiais nas categorias CY, BZ e CZ de VB para PD/ND, para a fábrica de Avintes. No Anexo R é apresentada a comparação para as restantes fábricas.

Tabela 20 – Taxa de rotação e de cobertura obtidas antes e depois de redefinição dos parâmetros, na fábrica de Avintes

	Taxa de rotação		Taxa de cobertura	
	Antes	Depois	Antes	Depois
A	7,45	8,38	122	81
B	5,21	7,77	159	108
C	1,69	7,46	537	417
X	14,58	12,26	33	31
Y	12,77	11,27	40	36
Z	2,38	7,47	385	284

diminuição da cobertura para cada item.

A observação da Tabela 20 permite concluir que, de uma maneira geral, a rotação e cobertura do *stock* aumentaram e diminuíram, respetivamente, o que vai ao encontro de uma mais ajustada e eficiente gestão do inventário após a redefinição dos parâmetros do modelo. Note-se que o facto de ambas as taxas de rotação e cobertura diminuírem nas categorias X e Y (sendo a rotação o inverso da cobertura), deve-se ao facto de a taxa de aumento da rotação de *stocks* ser diferente da taxa de

Note-se ainda que os novos valores dos parâmetros, apesar de se terem baseado no valor médio dos consumos nos últimos três anos, podem ser utilizados futuramente pela empresa se os

equipamentos que consomem os itens se mantiverem operacionais, não sendo fulcral a realização da previsão dos consumos futuros. Isto porque a série temporal dos consumos dos materiais X (materiais para os quais as previsões seriam mais exatas) não apresenta sazonalidade e a tendência é nula ou bastante ténue. Os consumos oscilam em torno do valor médio. Como tal, os benefícios da realização de *forecasts* podem não justificar a aplicação de métodos estatísticos complexos que nunca foram previamente utilizados pela empresa.

4.5 Gestão de itens obsoletos

Alguns dos materiais sem consumo desde 2016, apesar de terem sido excluídos da análise ABC/XYZ apresentada na secção 4.3, representam valores monetários elevados em *stock*, pelo que merecem uma atenção especial. Este subcapítulo tem como principal objetivo delinear uma estratégia que culmine com a potencial redução da percentagem de itens que se encontram obsoletos, nas cinco fábricas da Península Ibérica.

4.5.1 Análise da percentagem de itens obsoletos

Como indicado na secção 4.3.1, os itens consumíveis, as peças de reserva e os refratários possuem um elevado potencial de redução de inventário. Neste subcapítulo são analisadas as percentagens de valor monetário em *stock* deste tipo de materiais correspondentes a itens potencialmente obsoletos nas cinco fábricas da Península Ibérica.

Neste projeto, um item é considerado um potencial obsoleto quando não é consumido, pelo menos, desde 2016 numa fábrica e existe fisicamente em inventário. Foi considerada a amplitude de 3 anos independentemente da tipologia dos itens, uma vez que as três classes incluem materiais cujo padrão de consumos é bastante irregular, pelo que uma amplitude alargada de três anos é indicadora de uma maior probabilidade de os itens apontados como possíveis obsoletos efetivamente o serem.

Note-se que um item pode ser considerado obsoleto numa fábrica, no entanto, ser utilizado e consumido noutra, o que cria uma necessidade de análise das cinco fábricas de modo isolado.

Os materiais potencialmente obsoletos e que foram selecionados para análise, incluem:

- materiais sem consumo há, pelo menos, 3 anos e que existem fisicamente em *stock*;
- materiais sem consumo há, pelo menos, 3 anos, que não se encontrem em *stock*, mas utilizem MRP VB.

Os materiais compreendidos no último ponto referido acima são incluídos na análise, uma vez que, apesar de não existirem em inventário no momento da recolha dos dados, o *stock* será reabastecido num futuro próximo, já que o MRP VB é utilizado. Os materiais sem consumo nos três anos em estudo e que, simultaneamente, não se encontram em *stock* no momento e utilizam MRP PD e ND, não são relevantes para esta análise, uma vez que não existe um potencial de ganho associado.

Note-se, ainda, que a obsolescência de artigos é uma questão que depende do momento em que os consumos são retirados no SAP. De facto, um artigo pode ser considerado um potencial obsoleto num determinado momento, no entanto, vir a ser consumido num futuro próximo, retirando-lhe esta possível condição de obsolescência. Por esta razão, houve o cuidado de atualizar a lista de materiais obsoletos próximo da data de término deste projeto, para que os dados se aproximassem o máximo possível da realidade. A última vez que os dados dos consumos foram extraídos do SAP foi a 16 de maio de 2019.

Na Figura 28 pode-se observar a percentagem de valor monetário em *stock* de materiais consumíveis, peças de reserva e refratários, que se encontram sem consumo desde 2016, em relação ao valor total em *stock*, para cada uma das fábricas da Ibéria.

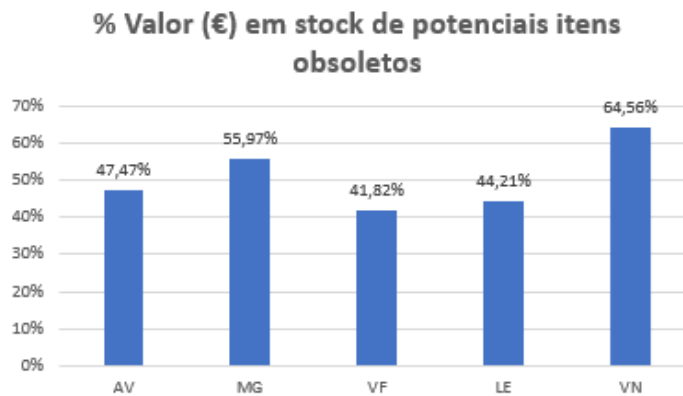


Figura 28 – Percentagem de valor (€) em *stock*, em cada fábrica, relativa a potenciais materiais obsoletos

Como ilustra a Figura 28, uma porção muito elevada dos valores monetários em inventário correspondem a potenciais itens obsoletos, chegando mesmo a ultrapassar os 50% para as fábricas da Marinha Grande e Venda Nova. Torna-se, então, urgente adotar uma metodologia que vise a redução deste valor.

De facto, existem 2817, 4239, 1788, 1816 e 1941 possíveis materiais obsoletos na fábrica de Avintes, Marinha Grande, Villafranca, Léon e Venda Nova, respetivamente. Note-se que os três tipos de MRP estão presentes nestes materiais, ditando o seu modo de aprovisionamento.

Uma outra análise foi realizada ao tipo de MRP utilizado por cada item. De facto, tratando-se de materiais que se encontram sem consumo desde 2016, seria de esperar que o MRP utilizado não fosse o VB. Isto porque neste tipo de MRP, o nível de inventário do item é continuamente monitorizado e sempre que o ponto de reabastecimento é atingido, uma quantidade fixa de material é encomendada, que fica “estagnada” em *stock* devido à reduzida ou até mesmo nula frequência de consumo destes materiais. No entanto verificou-se que, respetivamente, 6%, 13%, 35%, 11% e 19% dos materiais potencialmente obsoletos utilizam MRP VB em Avintes, Marinha Grande, Villafranca, Léon e Venda Nova.

4.5.2 Desenvolvimento da solução proposta

Com vista à redução da percentagem de materiais obsoletos, primeiramente, estes itens foram divididos em dois grupos em cada fábrica:

- **Materiais que circulam** – materiais que não são consumidos na fábrica em análise, mas são consumidos noutras fábricas da Península Ibérica. O objetivo é transferir estes materiais para as fábricas onde sejam usados, colocando dinheiro estagnado a circular;
- **Materiais que não circulam** – materiais que não são consumidos em nenhuma fábrica da Península Ibérica. Se possível, o objetivo é a revenda dos materiais em *stock* aos fornecedores e, caso tal não seja exequível, o abate dos mesmos. De facto, poderão ser detetadas existências que dificilmente serão vendidas, caso se encontrem deterioradas, danificadas ou, simplesmente, os fornecedores não as queiram receber de volta.

Note-se que, para a divisão dos materiais nos dois grupos referenciados, foram retirados do SAP os seus consumos noutras fábricas de 2018 até ao mês de maio de 2019, ou seja, os valores de consumo mais recentes. Assim, apenas se considera a possibilidade de transferência de um material entre fábricas se houver registos de consumo relativamente recentes deste item noutros centros de fabrico. Se um material puder ser transferido para mais de uma fábrica, a primeira opção de transferência consiste na fábrica na qual ele apresentou um valor superior de consumo.

No Anexo S pode-se observar a folha de cálculo desenvolvida para a fábrica de Avintes, com o intuito de identificar os materiais de cada grupo e, caso os materiais possam circular, as opções de transferência entre fábricas.

A percentagem de valor monetário em *stock* de consumíveis, peças de reserva e materiais refratários que se encontram obsoletos e que podem ou não circular, em cada fábrica, podem ser observados no Anexo T. Como ilustra este anexo, a grande maioria dos possíveis materiais obsoletos, em cada fábrica, não são consumidos em mais nenhum centro (não circulam).

Para além da intenção de transferência dos materiais que podem circular e da revenda ou abate dos materiais que não podem circular, convém não esquecer que o tipo de MRP utilizado por estes materiais sem consumo deve ser revisto. O MRP dos materiais deve ser alterado para ND, de modo a diminuir o valor monetário estagnado em inventário e garantir que as requisições de compra tenham de ser previamente aprovadas, apenas se adquirindo os materiais quando fosse estritamente necessário.

Apenas com a alteração do MRP dos materiais potencialmente obsoletos para PD ou ND, cerca de 146 277 € são reduzidos ao valor em *stock*, ao todo, nas cinco fábricas. No entanto, este é apenas um potencial de redução do valor obsoleto em inventário. Mais uma vez, para além do critério da inexistência de consumo desde 2016, existe outro fator com peso na decisão do tipo de MRP a adotar e dos materiais que podem ser retirados de *stock* – a criticidade dos itens. Este é um critério que apenas pode ser avaliado e analisado em conjunto com as fábricas.

4.5.3 Resultados obtidos

Após a análise realizada, é fulcral contactar presencialmente com as fábricas e com os operadores responsáveis pelo armazenamento de materiais em AG. O principal intuito é averiguar a criticidade dos itens identificados e, conseqüentemente, se de facto podem ou não ser retirados de inventário, bem como averiguar a possibilidade de redefinição do MRP de alguns materiais. Com este intuito, durante o desenvolvimento deste projeto, as fábricas da Marinha Grande e Venda Nova foram visitadas, para além da fábrica de Avintes.

Note-se que o processo de avaliação dos materiais com as fábricas é bastante demorado, não só pela extensão da lista de possíveis obsoletos, que terão de ser avaliados um a um, como também pelo elevado número de diferentes responsáveis pelos materiais listados. Por esta razão, houve uma priorização dos materiais com maior valor monetário em inventário.

Após a análise dos materiais com as fábricas visitadas, algumas conclusões foram retiradas:

- a alteração do tipo de MRP dos materiais refratários de VB para PD ou ND é mais difícil comparativamente com as peças de reserva e consumíveis, devido essencialmente ao *lead time* e criticidade superior que caracteriza este tipo de materiais;
- a permanência em *stock* de alguns itens identificados deve-se essencialmente a questões de segurança. Apesar destes materiais não serem consumidos desde 2016, a máquina que os utiliza ainda se encontra operacional, e como tal, algum *stock* destes itens tem de ser mantido para salvaguardar potenciais avarias ou situações de emergência – constituem materiais críticos;
- por vezes, para os materiais que utilizam MRP PD/ND, as áreas utilizadoras realizam a reserva/requisição em SAP não pelo código do item (modo correto), mas sim por um outro código presente na descrição do material. Como tal, não existem registos em SAP relativos à compra, receção e consumo associados ao código correto. Durante o desenvolvimento do projeto, as fábricas visitadas foram informadas sobre o modo como as reservas de material devem ser realizadas, de modo a evitar a repetição do erro no futuro.

Na Tabela 21 são expostos os resultados obtidos para a fábrica de Avintes, relativamente ao valor que pode ser reduzido de *stock* em AG, após a confirmação da fábrica. No Anexo U e V podem-se observar os resultados obtidos para as fábricas da Marinha Grande e Venda Nova, respetivamente.

Tabela 21 – Resultados obtidos após contactar com a fábrica de Avintes

Materiais	Motivo da redução do valor em <i>stock</i>	Valor de redução de inventário (qualitativo)	Valor (€) de redução de inventário (quantitativo)	Variação Percentual do Valor (€) em <i>stock</i>
Obsoletos que podem sair de <i>stock</i>	Materiais circulam	Valor em <i>stock</i> do material	5 645€	-6,16%
	Materiais não circulam	Valor em <i>stock</i> do material	32 077€	
Obsoletos que permanecem em <i>stock</i>	<u>Material que utiliza MRP VB:</u> Conversão em MRP PD ou ND	Valor em <i>stock</i> de segurança antes da alteração do MRP	1 120€	
	<u>Material que utiliza MRP VB:</u> Redefinição de parâmetros do modelo de gestão de <i>stocks</i>	$SMI (\text{€}) - SMF (\text{€})$ Onde: SMF, é o valor do <i>stock</i> médio depois das alterações SMI, é o valor do <i>stock</i> médio antes das alterações	275€	
	<u>Material que utiliza MRP PD ou ND:</u> Redução das quantidades atualmente mantidas em AG	$(Si - Sf) * P$ Onde: Si, é a quantidade inicial em <i>stock</i> Sf, é a quantidade final em <i>stock</i> P, é o preço unitário do material	347€	
Total			39 464€	

Naturalmente, o tipo de MRP utilizado pelos materiais identificados e confirmados para retirar de inventário foi atualizado para ND, durante o desenvolvimento do projeto.

Relativamente ao valor (€) em *stock* de consumíveis, peças de reserva e refratários, verificou-se uma redução potencial de 6,16% em Avintes, 3,89% na Marinha Grande e 9,02% na Venda Nova (ver Tabela 21, Anexo U e V, respetivamente). Note-se que existem materiais que ainda não foram avaliados com as fábricas e, por isso, verifica-se um potencial de ganho acrescido a longo prazo. Adicionalmente, apesar da fábrica de Villafranca não ter sido visitada, vários materiais foram confirmados como obsoletos. Isto deveu-se à alteração de uma máquina, o que levou à obsolescência dos consumíveis e peças de reserva relacionados com a utilização desse equipamento. Este *stock* encontra-se avaliado em 62 733 €, o que equivale a um potencial de redução de 9,03% do valor em *stock* do tipo de materiais analisados, em Villafranca. Numa perspetiva futura, o aprovisionador da BA deverá ser sempre informado pelas fábricas de alterações das máquinas utilizadas, uma vez que os itens consumidos pelos equipamentos irão ficar obsoletos, devendo-se alterar atempadamente o seu MRP para ND.

Note-se que, durante o desenvolvimento do projeto, os materiais confirmados como obsoletos e que circulam, nas cinco fábricas, foram transferidos para os centros onde são consumidos. Assim, ao todo, 8 068 € euros foram efetivamente colocados a circular.

Concluindo, o objetivo pré-definido de potencial redução de inventário em AG em 3% na fábrica de Avintes é cumprido e superado apenas com a redução do valor obsoleto em *stock*. Não só o valor a reduzir superou a meta, como o valor em *stock* na Marinha Grande, Venda Nova e Villafranca também foi analisado e uma redução de *stock* significativa foi identificada.

5 Conclusões e perspetivas de trabalho futuro

O presente projeto consiste num trabalho bastante ambicioso, na medida em que realiza um estudo aprofundado de vários pontos relativos ao aprovisionamento de compras.

Numa primeira parte, o projeto apresentava como principal desafio a análise do processo atual de aprovisionamento de compras, a identificação de fragilidades e a realização de propostas de melhoria. De facto, ao longo do projeto, houve uma preocupação em analisar todos os intervenientes no processo de aprovisionamento de compras, desde a identificação de necessidades nas áreas utilizadoras, realização das compras e receção dos materiais no AG ou na área de composição. O contacto com os responsáveis dos vários processos foi fulcral, não só para entender o modo de funcionamento de cada processo, como para identificar potenciais melhorias. Na Tabela 22 pode-se observar um quadro resumo com todos os problemas identificados numerados e o respetivo potencial de ganho para a empresa. A redução do tempo despendido nas atividades diárias é fulcral, principalmente numa empresa como a BA, inserida numa indústria onde as fábricas produzem 24 horas por dia e 7 dias por semana, não havendo margem para interrupções no fluxo de materiais e de informação.

Tabela 22 – Quadro resumo do potencial de ganho das propostas de melhoria

Tipo de Materiais	Problema	Potencial de ganho	Beneficiado
Matérias-primas e casco	1	5,55% do tempo de trabalho diário	Responsável do AG
	2	10% do tempo de trabalho à 5ª feira	Aprovisionador
	3	2h15 diárias do processo de descarga das matérias-primas	Responsável da AC e transportadores
	4	3% do tempo de trabalho diário	Responsável da AC
Materiais de embalagem	1	Obtenção, a longo prazo, de informações relativas aos retornos de paletes – auxílio na gestão de <i>stocks</i> e aprovisionamento	Aprovisionador
	2	Uniformização das informações – redução da probabilidade de erro e simplificação da visualização	Aprovisionador
	3	Redução de 29% dos tabuleiros em AV, 8% na MG, 22% em VF e 8% na VN	Aprovisionador
Consumíveis, peças de reserva, refratários, entre outros	1	Limpeza e relevância dos dados mantidos em SAP	Aprovisionador
	2	1,11% do tempo de trabalho diário	Aprovisionador
	3	16% do tempo de trabalho diário	Aprovisionador

Numa segunda parte, o principal desafio consistia no desenvolvimento de uma metodologia que culminasse com a redução em 3% do valor em *stock* de consumíveis, peças de reserva e materiais refratários no Armazém Geral de Avintes. No entanto, todas as cinco fábricas da Península Ibérica foram avaliadas no decorrer do projeto.

Com este intuito, primeiramente, o foco foi colocado nos artigos com registo de consumo nos últimos três anos. Foi definida uma matriz teórica (ver Figura 26) que permite a alocação do MRP adequado a cada material, tendo em conta a categoria da análise ABC/XYZ na qual este se insere. O objetivo desta matriz é identificar artigos cujo *stock* é gerido segundo uma política que não beneficie a empresa. Com o auxílio desta matriz, foram identificados os materiais cuja alteração do MRP de VB para PD ou ND deve ser analisada, com o intuito de reduzir *stock* em AG. Neste sentido, foi identificado um potencial de redução do valor (€) em *stock* de 158 154 € para o total das cinco fábricas da Península Ibérica (Tabela 17). Durante o desenvolvimento

do projeto, ficou ciente que a alteração do tipo de MRP utilizado pelos materiais identificados deve ser sempre discutida e analisada com as fábricas antes de ser implementada, de modo a analisar a criticidade dos itens.

Ainda com base na matriz teórica definida, os parâmetros previamente estabelecidos para o MRP VB dos itens inseridos nas categorias AX, AY, AZ, BX, BY e CZ foram redefinidos. Concluiu-se que o modelo de revisão contínua é o que melhor se adapta a este tipo de MRP e que, por isso foi o adotado. Foi realizada uma simulação para averiguar que valores de *stock* médio, no total de todos os artigos, se obteria se os novos valores de *stock* de segurança, ponto de reabastecimento e de quantidade de encomenda fossem utilizados de 2016 a 2018. De facto, com os novos valores, 344 002 € seriam reduzidos ao valor de inventário médio no total das cinco fábricas (Tabela 18). Nesta fase, o objetivo de potencial redução do valor em inventário de 3% na fábrica de Avintes foi superado, uma vez que foi identificado um potencial de redução de 15,03% do seu valor apenas com a redefinição do valor dos parâmetros da política de gestão de *stocks*. Em suma, as fórmulas utilizadas atualmente pela BA para a redefinição dos parâmetros revelaram-se pessimistas, pelo que a empresa deverá substituí-las pelas expressões definidas pela política de revisão contínua. Para além disso, a empresa deverá proceder à redefinição destes parâmetros com maior frequência, de modo a manter um controlo mais apertado dos níveis de inventário.

Posteriormente, a análise foi focada nos artigos potencialmente obsoletos, ou seja, que não apresentam registos de consumo desde 2016. De facto, verificou-se que estes materiais constituem cerca de 50% dos itens mantidos em inventário, em cada fábrica. Como tal, uma atenção especial deve ser dada a estes artigos, que para além de constituírem capital estagnado na empresa, ocupam espaço de armazenamento. No sentido de reduzir a sua percentagem, é fulcral adotar diferentes estratégias caso os artigos sejam ou não consumidos atualmente por outras fábricas da Ibéria. Os itens identificados como circulantes devem ser transferidos para as fábricas onde são consumidos, enquanto que os itens que não circulam devem ser revendidos a fornecedores ou, caso se encontrem deteriorados ou em más condições, devem ser abatidos. Mais uma vez, os itens identificados como potenciais obsoletos devem ser analisados em conjunto com as fábricas antes de qualquer ação, o que torna o processo de redução do valor em *stock* bastante demorado, não só devido aos diferentes responsáveis por cada material que é necessário contactar, como também à sua reduzida disponibilidade e à extensão da lista de itens a analisar. Não obstante, durante o desenvolvimento do projeto, foram confirmados como obsoletos 39 464 € em Avintes, 35 013 € na Marinha Grande, 40 683 € na Venda Nova e 62 733 € em Villafranca. Adicionalmente, 8 060 € foram efetivamente colocados a circular.

Como trabalho futuro, numa perspetiva da empresa, é fulcral a análise dos restantes materiais identificados como potenciais obsoletos com as fábricas, uma vez que estes constituem uma porção elevada do valor monetário em inventário. Adicionalmente, é importante também avaliar a criticidade dos materiais antes de qualquer alteração do seu tipo de MRP. A BA deve, ainda, registar em sistema as quantidades mínimas de encomenda permitidas para cada material ou fornecedor, de modo a serem redefinidas as quantidades de encomenda (Q) de acordo com esse valor. Além disso, deve ser registada em SAP a área ocupada por cada material em AG, para estimar de modo exímio o valor dos custos de detenção de inventário. Este valor da área permitiria, ainda, verificar se, após a redefinição dos parâmetros da política de gestão de inventário, a área ocupada pelos materiais a manter em *stock* diminuiria ou não. Seria também interessante realizar *benchmarking* entre as fábricas do grupo, analisando as piores e melhores práticas em cada centro.

Uma outra sugestão de trabalho futuro seria a realização da análise ABC considerando vários critérios, como o custo de inventário, o valor de consumo, a criticidade e o tempo de entrega, realizando uma otimização linear ponderada (Ramanathan 2006). A classificação dos itens é obtida a partir do valor da função que considera o peso de cada um destes critérios. Isto implica que, previamente, se analise a criticidade de cada item em conjunto com as fábricas.

Referências

- BA Glass. 2017. “Wrap Dreams Beyond Packaging: Manual de Acolhimento,” 2017.
- Braglia, Marcello, Andrea Grassi, and Roberto Montanari. 2004. “Multi-attribute Classification Method for Spare Parts Inventory Management.” *Journal of Quality in Maintenance Engineering* 10 (1): 55–65.
- Carvalho, José Crespo de. 2010. *Logística e Gestão Da Cadeia de Abastecimento*. 2ª Edição. Edições Sílabo.
- Chopra, Sunil, and Peter Meindl. 2016. *Gestão Da Cadeia de Suprimentos: Estratégia, Planejamento e Operações*. Edited by Pearson. 6ª Edição.
- Council of Supply Chain Management Professionals. 2016. “Supply Chain Management Definitions and Glossary.” 2016.
- Dornier, Philippe-Pierre, Ricardo Ernst, Michael Fender, and Panos Kouvelis. 2000. *Logística e Operações Globais*. Edited by Atlas.
- Dunford, Rosie, Quanrong Su, Ekraj Tamang, and Abigail Wintour. 2014. “The Pareto Principle.” *The Plymouth Student Scientist* 7 (1): 140–148.
- Durlinger, Ir Paul P J. 2012. “Inventory and Holding Costs: A White Paper Approach for Managers,” 1–7.
- Jacobs, F Robert, and Richard B Chase. 2013. *Operations and Supply Chain Management: The Core*. Third Edit.
- Kovacs, Gyorgy, and Sebastian Kot. 2016. “New Logistics and Production Trends As the Effect of Global Economy Changes.” *Polish Journal of Management Studies* 14 (2): 115–126.
- Liu, Jiapeng, Xiuwu Liao, Wenhong Zhao, and Na Yang. 2016. “A Classification Approach Based on the Outranking Model for Multiple Criteria ABC Analysis.” *Omega* 61: 19–34.
- Monczka, Robert M., Robert B. Handfield, Larry C. Giunipero, and James L. Patterson. 2009. *Purchasing and Supply Chain Management*. *Journal of Climate*. Fourth Edi. Vol. 1. South-Western Cengage Learning.
- Ohno, Taiichi. 1997. *O Sistema Toyota de Produção*. Edited by Bookman.
- Partovi, Fariborz Y, and Murugan Anandarajan. 2002. “Classifying Inventory Using an Artificial Neural Network Approach.” *Computers & Industrial Engineering* 41 (4): 389–404.
- Porter, Michael E. 1985. *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*. THE FREE PRESS.
- Rădășanu, Alin Constantin. 2016. “INVENTORY MANAGEMENT , SERVICE LEVEL AND SAFETY STOCK,” no. 9: 145–153.
- Ramanathan, Ramakrishnan. 2006. “ABC Inventory Classification with Multiple-Criteria Using Weighted Linear Optimization.” *Computers and Operations Research* 33 (3): 695–700.
- Reis, Lopes dos. 2008. *Manual Da Gestão de Stocks: Teoria e Prática*. Editorial Presença.
- Roda, Irene, Marco Macchi, and Luca Fumagalli. 2014. “A Review of Multi-Criteria Classification of Spare Parts.” *Journal of Manufacturing Technology Management* 24 (4): 528–549.
- Schmidt, G., and Willbert E. Wilhelm. 2000. “Strategic, Tactical and Operational Decisions in Multi-National Logistics Networks: A Review and Discussion of Modelling Issues.”

International Journal of Production Research 38 (7): 1501–1523.

- Scholz-reiter, Bernd, Jens Heger, Christian Meinecke, and Johann Bergmann. 2012. “Integration of Demand Forecasts in ABC-XYZ Analysis : Practical Investigation at an Industrial Company.” *International Journal of Productivity and Performance Management* 61 (4): 445–451.
- Schwertman, Neil C., Margaret Ann Owens, and Robiah Adnan. 2004. “A Simple More General Boxplot Method for Identifying Outliers.” *Computational Statistics & Data Analysis* 47: 165 – 174.
- Silver, Edward A., David F. Pyke, and Douglas J. Thomas. 2017. *Inventory and Production Management in Supply Chains*. Fourth Edi.
- Simchi-Levi, David, Philip Kaminsky, and Edith Simchi-Levi. 2008. *Designing and Managing the Supply Chain*. Third Edit. McGraw-Hill.
- Soares, Leandro. 2015. “Logística e Gestão Da Cadeia de Suprimentos: Conceitos e Diferenças.” *Cadernos UNISUAM de Pesquisa e Extensão* 5 (4): 46–53.
- Stojanović, Milan, and Dušan Regodić. 2017. “The Significance of the Integrated Multicriteria ABC-XYZ Method for the Inventory Management Process” 14 (5): 29–48.
- Xiong, G.Yu., and H. Petri. 2005. “Supply Chain Inventory Control in Iron & Steel Industry: A Case Study.” *2005 IEEE International Conference on Granular Computing (IEEE Cat. No. 05EX1036)*.
- Yang, Kelei, and Xiaozi Niu. 2009. “Research on the Spare Parts Inventory.” *IE and EM 2009 - Proceedings 2009 IEEE 16th International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*, 1018–1021.
- Zenkova, Zhanna. 2018. “The ABC-XYZ Analysis Modified for Data with Outliers.” *2018 4th International Conference on Logistics Operations Management (GOL)*, 1–6.
- Ziukov, Serhii. 2015. “A LITERATURE REVIEW ON MODELS OF INVENTORY MANAGEMENT UNDER UNCERTAINTY.” *BUSINESS SYSTEMS and ECONOMICS* 5 (1): 26–35.

ANEXO A: Estrutura organizacional da BA Glass

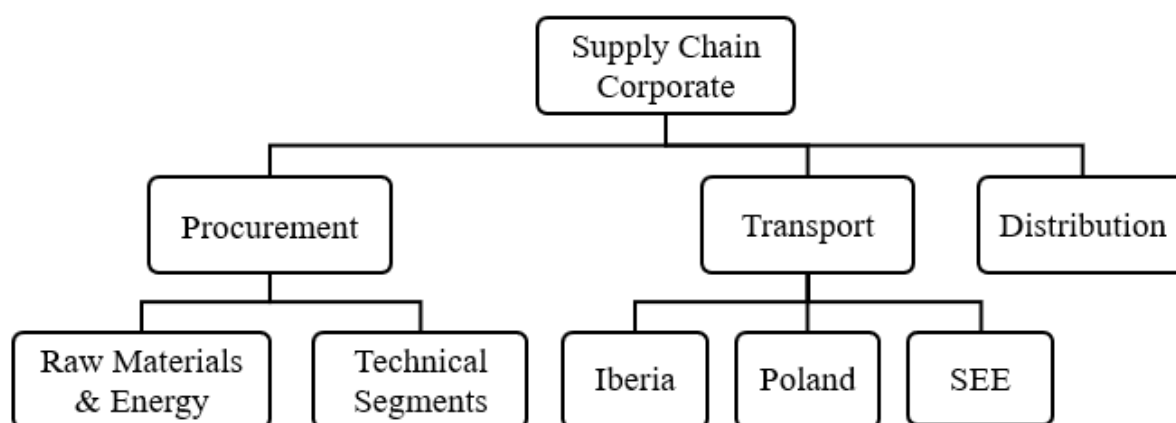


Figura A1 – Estrutura organizacional do *Supply Chain Corporate*

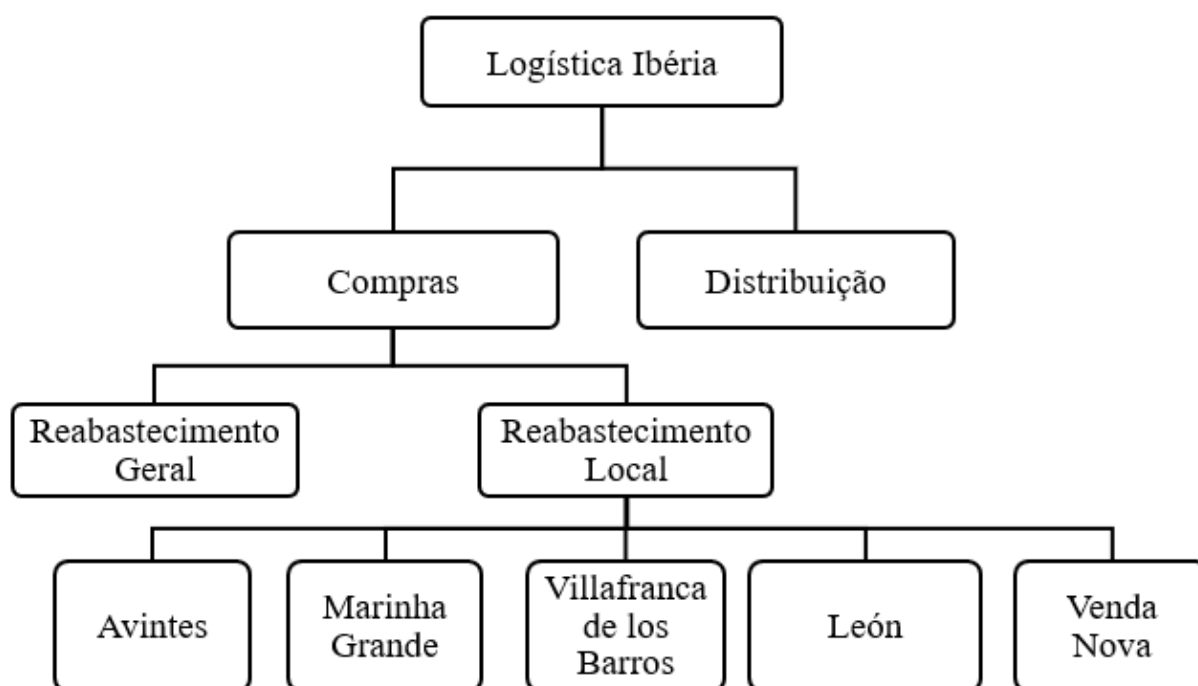


Figura A2 - Estrutura organizacional da divisão de logística da Península Ibérica

ANEXO B: Análise VED

A análise VED consiste numa ferramenta qualitativa permite diferenciar os materiais em três categorias diferentes, dependendo da sua criticidade para a empresa (Yang and Niu 2009). O grau de criticidade dos materiais deverá ser determinado tendo em conta as características alusivas a cada categoria, que podem ser observadas na Tabela B1.

Tabela B1 – Classificação VED

Categoria	Grau de criticidade	Descrição	Quantidade a manter em <i>stock</i>
V	Vital	A falta do material causa grande impacto. Devem estar sempre disponíveis. Controlo apertado.	Alta
E	Essencial	A falta do material causa alguma perda, afetando a qualidade do serviço.	Média
D	Desejável	A falta do material não tem grande impacto.	Baixa

De forma similar à matriz ABC/XYZ, o complemento da análise ABC com a análise VED resulta na matriz ABC/VED, que pode ser observada na Tabela B2.

Tabela B2 - Matriz ABC/ VED

Análise VED Análise ABC	V	E	D
A	AV	AE	AD
B	BV	BE	BD
C	CV	CE	CD

As nove categorias resultantes da combinação das duas análises permitem obter simultaneamente informações sobre o valor de consumo do material e a sua criticidade para a empresa, o que posteriormente auxiliará na definição de técnicas apropriadas de controlo de *stocks*.

ANEXO C: Modelo de revisão periódica

Na Tabela C1 pode-se observar a definição dos vários parâmetros utilizados no modelo de revisão periódica.

Tabela C1 - Definição dos parâmetros utilizados no modelo de revisão periódica

Parâmetro	Sigla	Definição
<i>Lead Time</i>	LT	Tempo de entrega do material pelo fornecedor, em dias.
<i>Order Interval</i>	OI	Tempo fixo entre encomendas, em dias. É utilizado no Modelo de Revisão Periódica.
Ponto de Reabastecimento	PR	Atingida a quantidade definida pelo ponto de reabastecimento, uma encomenda deve ser colocada.
<i>Stock de Segurança</i>	SS	<i>Stock</i> adicional, com intuito de proteger a empresa de situações de <i>stockout</i> , ou seja, de situações em que o consumo é acima do esperado ou quando o <i>lead time</i> do fornecedor excede o previsto (Reis 2008).
<i>Target Level</i>	TL	Equivalente ao nível de inventário máximo. É utilizado no Modelo de Revisão Periódica.
Quantidade Ótima de Encomenda	Q	Quantidade ótima a encomendar ao fornecedor.

No Modelo de Revisão Periódica, representado na Figura C1, o inventário é revisto periodicamente, em intervalos constantes de tempo. Ao fim destes intervalos de tempo fixos, será encomendada a quantidade necessária para atingir o nível de stock estipulado (TL). Assim, a quantidade a encomendar varia de acordo com o nível de inventário no momento da revisão (momento assinalado com bolinha vermelha na Figura C1) e o consumo esperado. Efetivamente, as características desta política de inventário são:

- Procura/ consumo não é constante (segue uma distribuição normal), pelo que é necessário manter um nível de stock de segurança de modo a evitar *stockouts*;
- Quantidades a encomendar (Q) são variáveis;
- Período entre encomendas (OI) é fixo.

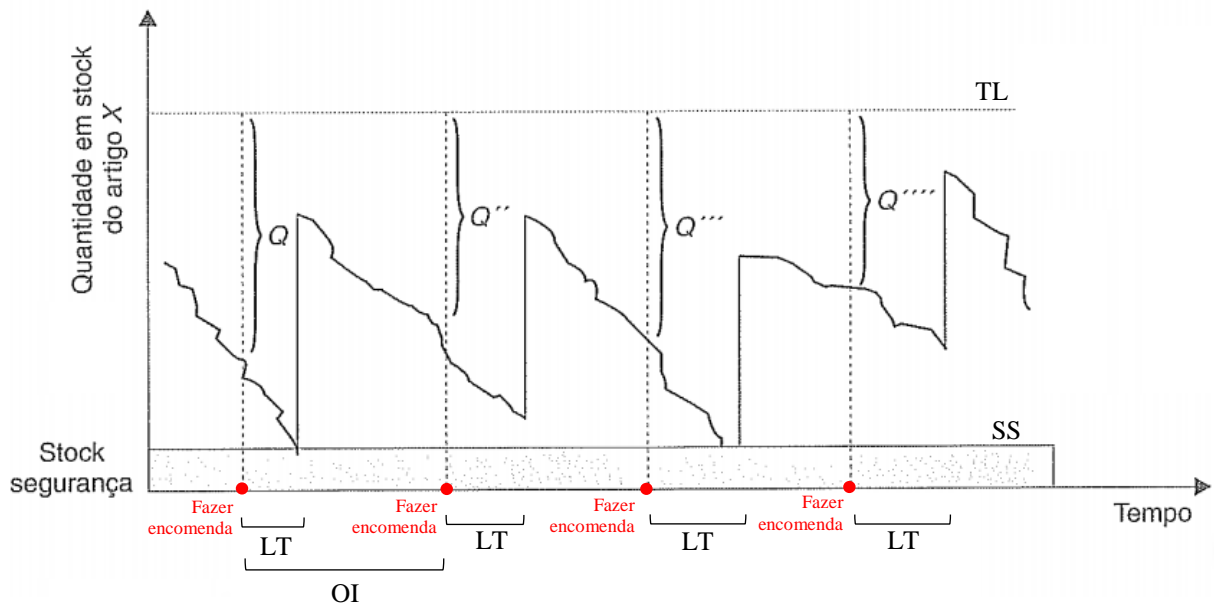


Figura C1 - Representação do Modelo de Revisão Periódica

Segundo Jacobs e Chase (2013), a quantidade a encomendar (Q) no momento da revisão será a soma entre a procura/consumo esperada(o) durante o OI , o LT e o valor de *stock* de segurança, subtraído ao inventário nesse momento. A equação (1) traduz esta expressão.

$$Q = \mu_D \times OI + \mu_D \times \mu_{LT} + z \times \sigma_{D(OI+LT)} - I \quad (1)$$

Onde:

μ_D , é a procura/consumo médio por dia

OI , é o número de dias entre encomendas

μ_{LT} , é o *lead time* médio, em dias

z , é a constante associada à probabilidade de serviço especificada

$\sigma_{D(OI+LT)}$, é o desvio padrão da procura/consumo durante o intervalo de encomenda (OI) e o *lead time* (fórmula de cálculo não foi incluída, pois não é relevante para o projeto)

I , é o inventário no momento de encomenda

ANEXO D: Correspondência entre nível de serviço (α) e fator de serviço (z)



An entry in the table is the proportion under the curve cumulated from the negative tail.

z	$G(z)$	z	$G(z)$	z	$G(z)$
-4.00	0.00003	-1.30	0.09680	1.40	0.91924
-3.95	0.00004	-1.25	0.10565	1.45	0.92647
-3.90	0.00005	-1.20	0.11507	1.50	0.93319
-3.85	0.00006	-1.15	0.12507	1.55	0.93943
-3.80	0.00007	-1.10	0.13567	1.60	0.94520
-3.75	0.00009	-1.05	0.14686	1.65	0.95053
-3.70	0.00011	-1.00	0.15866	1.70	0.95543
-3.65	0.00013	-0.95	0.17106	1.75	0.95994
-3.60	0.00016	-0.90	0.18406	1.80	0.96407
-3.55	0.00019	-0.85	0.19766	1.85	0.96784
-3.50	0.00023	-0.80	0.21186	1.90	0.97128
-3.45	0.00028	-0.75	0.22663	1.95	0.97441
-3.40	0.00034	-0.70	0.24196	2.00	0.97725
-3.35	0.00040	-0.65	0.25785	2.05	0.97982
-3.30	0.00048	-0.60	0.27425	2.10	0.98214
-3.25	0.00058	-0.55	0.29116	2.15	0.98422
-3.20	0.00069	-0.50	0.30854	2.20	0.98610
-3.15	0.00082	-0.45	0.32636	2.25	0.98778
-3.10	0.00097	-0.40	0.34458	2.30	0.98928
-3.05	0.00114	-0.35	0.36317	2.35	0.99061
-3.00	0.00135	-0.30	0.38209	2.40	0.99180
-2.95	0.00159	-0.25	0.40129	2.45	0.99286
-2.90	0.00187	-0.20	0.42074	2.50	0.99379
-2.85	0.00219	-0.15	0.44038	2.55	0.99461
-2.80	0.00256	-0.10	0.46017	2.60	0.99534
-2.75	0.00298	-0.05	0.48006	2.65	0.99598
-2.70	0.00347	0.00	0.50000	2.70	0.99653
-2.65	0.00402	0.05	0.51994	2.75	0.99702
-2.60	0.00466	0.10	0.53983	2.80	0.99744
-2.55	0.00539	0.15	0.55962	2.85	0.99781
-2.50	0.00621	0.20	0.57926	2.90	0.99813
-2.45	0.00714	0.25	0.59871	2.95	0.99841
-2.40	0.00820	0.30	0.61791	3.00	0.99865
-2.35	0.00939	0.35	0.63683	3.05	0.99886
-2.30	0.01072	0.40	0.65542	3.10	0.99903
-2.25	0.01222	0.45	0.67364	3.15	0.99918
-2.20	0.01390	0.50	0.69146	3.20	0.99931
-2.15	0.01578	0.55	0.70884	3.25	0.99942
-2.10	0.01786	0.60	0.72575	3.30	0.99952
-2.05	0.02018	0.65	0.74215	3.35	0.99960
-2.00	0.02275	0.70	0.75804	3.40	0.99966
-1.95	0.02559	0.75	0.77337	3.45	0.99972
-1.90	0.02872	0.80	0.78814	3.50	0.99977
-1.85	0.03216	0.85	0.80234	3.55	0.99981
-1.80	0.03593	0.90	0.81594	3.60	0.99984
-1.75	0.04006	0.95	0.82894	3.65	0.99987
-1.70	0.04457	1.00	0.84134	3.70	0.99989
-1.65	0.04947	1.05	0.85314	3.75	0.99991
-1.60	0.05480	1.10	0.86433	3.80	0.99993
-1.55	0.06057	1.15	0.87493	3.85	0.99994
-1.50	0.06681	1.20	0.88493	3.90	0.99995
-1.45	0.07353	1.25	0.89435	3.95	0.99996
-1.40	0.08076	1.30	0.90320	4.00	0.99997
-1.35	0.08851	1.35	0.91149		

Figura D1 - Áreas da distribuição normal cumulativa (Jacobs, F. R., & Chase, R. B. (2013). Operations and Supply Chain Management: The Core (Third Edition)).

ANEXO E: Registo dos lotes de matérias-primas e casco tratado rececionados na área de composição


	Registo de lotes de matérias-primas recepcionados									DCF-AV		Máximo ton por carga		Sodas - 27ton	
												Abranfinas	Imosa	Calcário	
										JS / CompºF - 37ton		Transpataiense - 29ton		37ton	Parapedra - 37ton
nº Lote	Dia	Hora	Matéria-Prima	Silo	Fornecedor	Transportador	GuiaRemessa	Matrícula	Insp. Visual	Humidade	Decisão	Responsável	Peso Líquido	Observações	
1867	29/05/2019	08H10	Carb. Sódio	44	Saia	NH Trans	14416	36-QC-27	Conforme	0,10%	Aceite	Cláudio	26,900		
1868	30/05/2019	08H30	Areia	13	Abranfinas	Parapedra	14495	32-LG-27	Conforme	0,20%	Aceite	Cláudio	20,900		
1987	31/05/2019	08H45	Calcário	33	Parapedra	Completo e Fari	14497	33-LG-27	Conforme	0,15%	Aceite	Cláudio	19,900		
1678	01/06/2019	09H10	Casco Tratado	12	BA Vidro MG	Europataias	20000	34-LG-27	Conforme	0,10%	Aceite	Cláudio	18,800		
1877	02/06/2019	09H40	Areia	53	Abranfinas	Parapedra	23022	35-LG-27	Conforme	0,20%	Aceite	Cláudio	17,900		
1860	03/06/2019	10H20	Areia	51	Sibelco	antos e Loureir	19289	36-LG-28	Conforme	0,15%	Aceite	Cláudio	30,000		
1944	04/06/2019	10H50	Escórias	33	Calumite	Libério da Silva	17262	36-LG-22	Conforme	0,10%	Aceite	Cláudio	24,400		
1900	05/06/2019	11H	Cromite	52	Sulquisa	J. Cavaleiro	14927	36-LG-21	Conforme	0,20%	Aceite	Cláudio	32,100		
1898	06/06/2019	11H45	Areia	13	Abranfinas	arto R. S. Gonça	17276	36-LG-20	Conforme	0,15%	Aceite	Cláudio	25,000		
1870	07/06/2019	14H20	Carb. Sódio	44	Saia	NH Trans	28262	36-LG-24	Conforme	0,15%	Aceite	Cláudio	19,900		

Figura E1 – Excel para o registo dos lotes de matérias-primas rececionadas na área de composição

Note-se que os valores apresentados na tabela são exemplos arbitrários de matérias-primas rececionadas.

ANEXO F: Entrada de matérias-primas em SAP

Transação do SAP: MIGO

Entrada de mercadorias Pedido 675302 - Estagiários

Sintese on Procurar

Entrada de mercadorias Pedido 675302 Centro: EM cienc. p/ depósit 101

Gerar Fornecedor

Data documento: 04.06.2019 Nota de remessa: 12345 Fornecedor: PARAPEDRA-SOC TRANSP PEDRAS

Data lç: 04.06.2019 B: TRANSPORT DOC Tit cabeç: Nota acomp me: 12345

Linha	Txt brv material	OK	Qtd em UMR	UMR	Depósito	Segmento de estoque	Lote	Tipo avaliação	TI	Tipo de estoque	Cen.
1	CALCARIO (VIDRO DE COR)	OK	5.350,540	TO	Mp em São				101	+ utilização liv. Avintes	

Eliminar Conteúdo

Dados det

- Selecionar "Entrada de mercadorias"
- Inserir número do pedido
- Inserir data do documento de material
- Inserir data de lançamento (data de chegada)
- Inserir nota de remessa
- Inserir número do CMR ou guia de transporte
- Inserir nota de acompanhamento e texto de cabeçalho, caso o material recebido seja casco
- Mudar a quantidade, se necessário
- Verificar se restantes campos estão bem preenchidos
- Clicar em "ok"
- Gravar

Figura F1 – Transação do SAP onde é realizada a entrada de matérias-primas

ANEXO G: Exportação da lista de necessidades dos materiais de embalagem

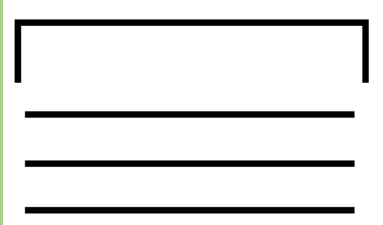
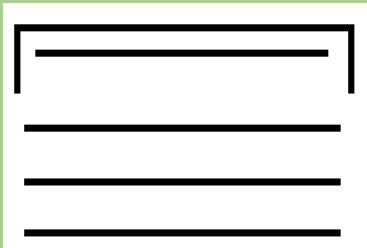



Transação do SAP: ZMMMATEMB

List of packaging material needs
Date25/11/2013

													Consumo total nas próximas 4 semanas									

ANEXO H: Regras para a utilização dos tabuleiros

Tabela H1 – Regras definidas pela BA para a utilização dos tabuleiros

	Container	Cardboard Name
	Bottles and Jars	Top tray: BA when flaps \geq 100mm EA when flaps $<$ 100mm
	Bottles and Jars	Top tray: BB
	Jars	Layer separators: EA – always
	Bottles	Layer separators: BA or BK when flaps \geq 100mm EA or EK when flaps $<$ 100mm
	Jars	Layer separators: BA when flaps \geq 100mm EA when flaps $<$ 100mm

Exemplificando, a utilização dos tabuleiros cuja denominação inicie pela letra E e termine num número igual ou superior a 100 deve ser terminada. Estes tabuleiros deverão ser substituídos pelos tabuleiros cuja denominação se inicia pela letra B. Analogamente, os tabuleiros cuja denominação se inicia pela letra B e terminam num número inferior a 100 devem ser terminados e trocados pelos tabuleiros com nome iniciado pela letra E.

ANEXO I: Fecho de pedidos de compra em aberto no SAP

Transaction: MIGO

1 Select "Goods receipt"

2 Insert request number

3 Go to "Final shipping code" column and select "Define"

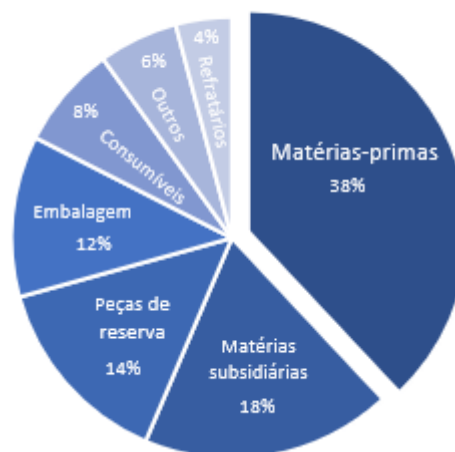
Linha	U.	Pedido	Item	It.	Cód.rem.final	DataRem.	Doc.ref.	Data produç.
1		1157456	10		Definir autom.			
2		1157456	20		Definir aut. v			
3		1157456	30		Definir aut. v			
4		1157456	40		Definir aut. v			

Figura I1 – Transação do SAP onde os pedidos de compra devem ser fechados, pelo responsável do AG

ANEXO J: Valor em *Stock* dos vários tipos de materiais nas cinco fábricas da Península Ibérica

Tabela J1 - Valor em *stock* de cada tipo de material em cada fábrica (depois da 1ª triagem)

Tipo de Material	% Valor em <i>Stock</i> (€) em cada fábrica				
	Avintes	Marinha Grande	Villafranca	Léon	Venda Nova
Acessórios de Moldes (AMOL)	4,58%	1,92%	3,75%	1,85%	0,00%
Combustíveis (COMB)	4,90%	4,91%	0,04%	1,48%	1,14%
Consumíveis (CONS)	23,78%	8,75%	21,44%	25,66%	19,34%
Economato (ECON)	0,02%	0,31%	0,10%	0,25%	0,36%
Higiene e segurança (HSEG)	2,65%	1,27%	1,86%	3,06%	2,74%
Impressos (IMPR)	0,05%	0,11%	0,21%	0,03%	0,05%
Lubrificantes (LUB)	4,81%	3,16%	5,96%	5,24%	3,12%
Mercadoria Comercial (MCOM)	1,34%	0,00%	0,00%	0,00%	44,54% ⁴
Moldes (MOLD)	0,00%	0,02%	0,00%	0,00%	0,00%
Refratários (REFR)	12,92%	24,17%	6,38%	4,71%	7,11%
Peças de Reserva (RES)	44,95%	55,37%	60,27%	57,72%	21,61%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

% Valor em *stock* (€) na fábrica de AvintesFigura J1 – Valor em *stock* de cada tipo de material, na fábrica de Avintes (antes da 1ª triagem)

⁴ Este tipo de material não é considerado para a análise porque trata-se de um negócio à parte, que não diz respeito ao restante grupo da BA (fora de âmbito da dissertação).

ANEXO K: Resultados da análise ABC para as restantes 4 fábricas da Península Ibérica

Tabela K1 – Análise ABC para a fábrica da Marinha Grande

Categoria	% Consumo	Nº. Materiais	% SKUs	% SKUs teórica	Diferença da % SKUs relativamente aos limites teóricos
A	80%	285	16,09%	20%	-3,91%
B	15%	363	20,50%	30%	-9,50%
C	5%	1123	63,41%	50%	+13,41%

Tabela K2 - Análise ABC para a fábrica de Villafranca de los Barros

Categoria	% Consumo	Nº. Materiais	% SKUs	% SKUs teórica	Diferença da % SKUs relativamente aos limites teóricos
A	80%	350	15,77%	20%	-4,23%
B	15%	468	21,04%	30%	-8,96%
C	5%	1402	63,20%	50%	+13,20%

Tabela K3 - Análise ABC para a fábrica de León

Categoria	% Consumo	Nº. Materiais	% SKUs	% SKUs teórica	Diferença da % SKUs relativamente aos limites teóricos
A	80%	191	8,88%	20%	-11,12%
B	15%	366	17,06%	30%	-12,94%
C	5%	1592	74,06%	50%	+24,06%

Tabela K4 - Análise ABC para a fábrica da Venda Nova

Categoria	% Consumo	Nº. Materiais	% SKUs	% SKUs teórica	Diferença da % SKUs relativamente aos limites teóricos
A	80%	183	16,56%	20%	-3,44%
B	15%	278	25,02%	30%	-4,98%
C	5%	649	58,42%	50%	+8,42%

ANEXO L: Resultados da análise XYZ para as restantes 4 fábricas da Península Ibérica

Tabela L1 - Análise XYZ para a fábrica da Marinha Grande

Categoria	CV	Nº SKUs	% SKUs
X	< 0,5	13	0,73%
Y	[0,5; 1]	47	2,65%
Z	> 1	1711	96,61%

Tabela L2 - Análise XYZ para a fábrica de Villafranca

Categoria	CV	Nº SKUs	% SKUs
X	< 0,5	61	2,75%
Y	[0,5; 1]	172	7,75%
Z	> 1	1987	89,50%

Tabela L3 - Análise XYZ para a fábrica de León

Categoria	CV	Nº SKUs	% SKUs
X	< 0,5	12	0,56%
Y	[0,5; 1]	48	2,23%
Z	> 1	2089	97,21%

Tabela L4 – Análise XYZ para a fábrica da Venda Nova

Categoria	CV	Nº SKUs	% SKUs
X	< 0,5	5	0,45%
Y	[0,5; 1]	17	1,53%
Z	> 1	1088	98,02%

ANEXO M: Número de materiais inseridos na Matriz ABC/XYZ para as restantes 4 fábricas da Península Ibérica

Tabela M1 – Número de materiais inseridos em cada categoria da matriz ABC/XYZ na fábrica da Marinha Grande

Análise ABC \ Análise XYZ	X	Y	Z
A	11	28	246
B	2	11	350
C	0	8	1115

Tabela M2 - Número de materiais inseridos em cada categoria da matriz ABC/XYZ na fábrica de Villafranca

Análise ABC \ Análise XYZ	X	Y	Z
A	41	85	224
B	18	45	405
C	2	42	1358

Tabela M3 - Número de materiais inseridos em cada categoria da matriz ABC/XYZ na fábrica de León

Análise ABC \ Análise XYZ	X	Y	Z
A	11	24	156
B	1	21	344
C	0	3	1589

Tabela M4 - Número de materiais inseridos em cada categoria da matriz ABC/XYZ na fábrica da Venda Nova

Análise ABC \ Análise XYZ	X	Y	Z
A	5	12	166
B	0	5	273
C	0	0	649

ANEXO N: Remoção de *outliers* no cálculo dos KPIs e do *lead time* (Schwertman, Owens, and Adnan 2004)

Remoção de *outliers* no cálculo dos KPIs:

A identificação de *outliers* no cálculo dos KPIs, ou seja, dos valores que são discrepantes em relação aos restantes, inseridos numa determinada amostra, é realizado dentro das várias categorias (grupos) em que os materiais se inserem.

Para cada categoria da análise ABC, XYZ e ABC/XYZ, ou seja, dentro de cada uma das categorias A, B, C, X, Y, Z, AX, AY, AZ, BX, BY, BZ, CX, CY e CZ, foram identificados os valores dos vários KPIs que se encontravam fora do seguinte intervalo de confiança:

$$[Q1-3*(Q3-Q1), Q3+3*(Q3-Q1)]$$

Onde:

Q1, é o primeiro quartil
Q2, é o segundo quartil

A diferença entre o terceiro e o primeiro quartil indica a amplitude interquartil (IQR). Note-se que o primeiro quartil (Q1) consiste no valor que possui 25% das observações abaixo e 75% das observações acima, enquanto que o terceiro quartil (Q3) indica o valor que possui 75% das observações abaixo e 25% das observações acima. O valor da amplitude interquartil pode ser utilizado para identificar *outliers*, através da definição dos limites numa amostra de valores, cujo limite inferior consiste num fator k da amplitude interquartil abaixo do valor do primeiro quartil e o limite superior consiste num fator k da amplitude interquartil acima do valor do terceiro quartil. O fator k de utilização mais comum é 1,5.

Os valores de um determinado KPI, para uma determinada categoria, que se encontravam fora do intervalo pré-apresentado, não foram considerados no cálculo da média dos valores dos indicadores de performance. Note-se que foram considerados os mesmos *outliers* para os o cálculo da taxa de rotação e de cobertura médios, de modo a garantir que os resultados das duas taxas (que se esperam que sejam inversos um do outro) estejam em concordância. Assim, se um artigo é considerado *outlier* no cálculo da taxa de rotação, o mesmo *outlier* é considerado para a taxa de cobertura.

Remoção de *outliers* no cálculo do *lead time* médio dos fornecedores para cada material:

Encomendas em que o *lead time* do fornecedor era bastante discrepante (*outlier*), comparativamente com os restantes *lead times* das encomendas de um determinado material, não foram considerados para o cálculo do *lead time* médio de cada material.

Foram considerados como *outliers* os valores de *lead time* do fornecedor que se encontravam fora do seguinte intervalo de confiança:

$$[Q1-1,5*(Q3-Q1), Q3+1,5*(Q3-Q1)]$$

O fator k utilizado foi 1,5 (fator de utilização mais comum).

ANEXO O: Valores KPIs inseridos na Matriz ABC/XYZ para as restantes 4 fábricas da Península Ibérica

Tabela O1 - Taxa de rotação por categoria da análise ABC/XYZ na fábrica da Marinha Grande

Análise XYZ Análise ABC	X	Y	Z	Média ABC
A	15,97	8,97	4,24	6,02
B	151,63	6,65	2,07	2,53
C	-	6,05	1,90	2,24
Média XYZ	15,53	9,61	2,70	

Tabela O2 - Taxa de cobertura (dias) por categoria da análise ABC/XYZ na fábrica da Marinha Grande

Análise XYZ Análise ABC	X	Y	Z	Média ABC
A	58	67	158	151
B	17	85	368	379
C	-	107	629	756
Média XYZ	56	73	519	

Tabela O3 – Taxa de rutura relativa ao fornecimento por categoria da ABC/XYZ na fábrica da Marinha Grande

Análise XYZ Análise ABC	X	Y	Z	Média ABC
A	7,57%	3,32%	6,22%	6,18%
B	2,89%	8,83%	4,17%	5%
C	-	2,32%	0%	0%
Média XYZ	6,85%	5,59%	0%	

Tabela O4 - Taxa de rotação por categoria da análise ABC/XYZ na fábrica de Villafranca

Análise XYZ Análise ABC	X	Y	Z	Média ABC
A	15,57	7,36	3,23	5,75
B	10,31	6,82	2,03	2,97
C	6,74	6,55	0,90	1,01
Média XYZ	13,70	6,96	1,45	

Tabela O5 - Taxa de cobertura (dias) por categoria da análise ABC/XYZ na fábrica de Villafranca

Análise XYZ Análise ABC	X	Y	Z	Média ABC
A	36	62	193	124
B	50	79	336	284
C	62	77	1298	1254
Média XYZ	41	72	777	

Tabela O6 - Taxa de rutura relativa ao fornecimento por categoria da análise ABC/XYZ na fábrica de Villafranca

Análise XYZ Análise ABC	X	Y	Z	Média ABC
A	4,48%	5,10%	0%	1,67%
B	1,47%	2,24%	0%	0%
C	3,90%	4,99%	0%	0%
Média XYZ	3,25%	4,73%	0%	

Tabela O7- Taxa de rotação por categoria da análise ABC/XYZ na fábrica de Léon

Análise XYZ Análise ABC	X	Y	Z	Média ABC
A	8,42	5,67	3,03	3,83
B	6,60	6,90	2,35	2,67
C	-	4,87	0,82	0,83
Média XYZ	8,27	6,41	1,27	

Tabela O8 - Taxa de cobertura (dias) por categoria da análise ABC/XYZ na fábrica de Léon

Análise XYZ Análise ABC	X	Y	Z	Média ABC
A	60	82	186	159
B	55	58	343	321
C	-	96	1114	1113
Média XYZ	59	69	799	

Tabela O9 - Taxa de rutura relativa ao fornecimento por categoria da análise ABC/XYZ na fábrica de Léon

Análise XYZ Análise ABC	X	Y	Z	Média ABC
A	2,35%	2,65%	1,82%	1,89%
B	-	3,60%	0%	0%
C	-	-	0%	0%
Média XYZ	2,35%	2,93%	0%	

Tabela O10 - Taxa de rotação por categoria da análise ABC/XYZ na fábrica da Venda Nova

Análise XYZ Análise ABC	X	Y	Z	Média ABC
A	16,96	13,23	9,55	10,31
B	-	109,89	6,41	6,48
C	-	-	5	5
Média XYZ	16,96	12,88	6,99	

Tabela O11 - Taxa de cobertura (dias) por categoria da análise ABC/XYZ na fábrica da Venda Nova

Análise XYZ Análise ABC	X	Y	Z	Média ABC
A	22	35	102	93
B	-	18	273	269
C	-	-	375	375
Média XYZ	22	35	260	

Tabela O12- Taxa de rutura relativa ao fornecimento por categoria da análise ABC/XYZ na fábrica da Venda Nova

Análise XYZ Análise ABC	X	Y	Z	Média ABC
A	4,08%	8,66%	4,52%	4,87%
B	12,68%	2,08%	0%	0,67%
C	-	4,12%	0%	0%
Média XYZ	4,79%	5,24%	0%	

ANEXO P: Dedução do valor do desvio padrão do consumo diário

$$\text{Consumo mensal} = \text{Consumo dia 1} + \text{Consumo dia 2} + \dots \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow E(\text{Consumo mensal}) = E(\text{Consumo dia 1}) + E(\text{Consumo dia 2}) + \dots \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \text{Var}(\text{Consumo mensal}) = \text{Var}(\text{Consumo dia 1}) + \text{Var}(\text{Consumo dia 2}) + \dots \Leftrightarrow$$

Assumindo a independência dos consumos diários e que a variância e a média dos consumos diários é a mesma para cada dia:

$$\Leftrightarrow \text{Var}(\text{Consumo mensal}) = 30 \times \text{Var}(\text{Consumo diário}) \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \sigma_{\text{Consumo Mensal}}^2 = 30 \times \sigma_{\text{Consumo Diário}}^2 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \sigma_{\text{Consumo Diário}}^2 = \frac{\sigma_{\text{Consumo Mensal}}^2}{30} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \sigma_{\text{Consumo Diário}} = \sqrt{\frac{\sigma_{\text{Consumo Mensal}}^2}{30}} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \sigma_{\text{Consumo Diário}} = \frac{\sigma_{\text{Consumo Mensal}}}{\sqrt{30}} \Leftrightarrow$$

ANEXO Q: Folha de cálculo (Excel) utilizada para a redefinição dos parâmetros do modelo de gestão de *stocks* na fábrica de Avintes

								Parâmetros antes da redefinição			STOCKS		KPIs				Redefinição de parâmetros							
CodMateria	Descrição	ABC An	XYZ An	TipoMi	Unid	TipoMRP	MRPproposto	ROP	SafetyStock	Q	StockMédio(euros)	Rea	TaxaRotação	TaxaCobertura (d)	TaxaRutura	SL	LTD	z alpha	SS	ROP	Q	h	StockMédio(Q)	StockMédio(euros)
4469079	PO ATOMIZADO COLA		X	CONS	KG	VB	VB	500	0	1000	9703,3	2,733322341	133,5371224	0,169991327	0,83	179,6152	2,0537489	351	530	43	0,73786	372,5	5885,5	
4418624	TRAPO COR	A	X	CONS	KG	VB	VB	200	200	200	110,67	23,98948827	15,21499733	0,016326531	0,9837	71,30419	2,0537489	143	214	311	0,03269	298,5	208,95	
4404283	VASSOURA PIASSAVAA	X	CONS	UN	VB	VB	VB	26	0	12	165,13	13,55683401	26,92369028	0,101145792	0,8989	4,031654	2,0537489	9	13	36	0,25685	27	148,5	
4402431	LIXA LEQUES(LAMELA:A	X	CONS	UN	VB	VB	VB	50	10	100	63,6	14,53406709	25,11341098	0,11875	0,8813	11,81144	2,0537489	23	34	158	0,037827	102	82,62	
4460144	FITA AUTO-ADESIVA EA	X	CONS	UN	VB	VB	VB	30	20	54	98,89	12,70401456	28,73107538	0,056174559	0,9438	15,39805	2,0537489	40	55	88	0,07939	84	142,8	
4401024	23-5527 LEAF SPRING A	X	RES	UN	VB	VB	VB	100	0	200	131,62	49,67862027	7,347224984	0	1	73,52471	2,0537489	146	219	258	0,061826	275	364,0725	
4460143	ROLO DE FITA DE CARIA	X	CONS	UN	VB	VB	VB	15	0	25	111,41	26,39221494	13,82983584	0,058567604	0,9414	4,255948	2,0537489	12	16	35	0,299814	29,5	189,39	
4471918	DOMAX SPECIAL PENEB	X	CONS	UN	VB	VB	VB	5	5	24	47,26	13,23649316	27,57527962	0,0125	0,9875	1,098624	1,7506861	3	4	27	0,18213	16,5	64,35	
4402204	ANEIS DE BORRACHA B	X	CONS	KG	VB	VB	VB	5	3	15	84,24	5,698005698	64,0575	0,070588235	0,9294	1,440112	1,7506861	3	4	12	0,33624	9	64,8	
4458274	PO ATOMIZADO COLA	X	CONS	KG	VB	VB	VB	100	20	400	6526,19	1,896959277	192,4131975	0	1	36,36388	2,0537489	53	89	30	0,718713	68	1046,52	
4452207	TUBO R1 3/4 1200MM A	X	RES	UN	VB	VB	VB	6	6	6	292,41	15,85514631	23,02091654	0,052816901	0,9472	2,108751	2,0537489	7	9	11	1,20019	12,5	321,25	
4456326	Graphite Insert 97004A	X	CONS	UN	VB	VB	VB	301	0	100	1433,71	15,14780069	24,09590721	0,389134798	0,6109	112,729	2,0537489	203	315	113	0,257317	259,5	1429,845	
4405754	Shear Blade 760-212-1A	X	CONS	UN	VB	VB	VB	100	50	100	1948,23	4,683233841	77,93759875	0,139240506	0,8608	9,486244	2,0537489	21	30	15	1,186647	28,5	724,185	
4402462	LIXA P/FERRO FLEX. AB	Y	CONS	M	VB	VB	VB	10	10	50	92,78	6,360206941	57,38806982	0	1	4,223417	1,5547736	10	14	31	0,150374	25,5	82,11	
4456426	FITA DE PAPEL 3M-23:A	Y	CONS	UN	VB	VB	VB	30	5	24	98,53	11,55945736	31,57587668	0,031858407	0,9681	3,843996	1,7506861	9	12	51	0,128892	34,5	95,22	
4453345	LAMELA SCOTCH BRIT A	Y	CONS	UN	VB	VB	VB	25	20	30	71,34	19,40005607	18,81437861	0,028301887	0,9717	6,730411	1,7506861	15	21	65	0,11208	47,5	114	
4431074	FLUIDO OPTICO PN 61A	Y	CONS	UN	VB	VB	VB	16	0	24	2427,72	2,008063807	181,7671324	0	1	2,209596	1,7506861	2	4	2	4,869409	3	312,81	
4456288	FREIO I 36 DIN 472 A	Y	CONS	UN	VB	VB	VB	600	0	300	35,53	47,35068956	7,708441068	0,049525185	0,9505	280,0219	1,7506861	659	939	2531	0,003199	1924,5	131,82825	
4405171	COLA FASTBOND 10 B	Y	CONS	L	VB	VB	VB	2	2	3	58,43	6,09778082	59,85784185	0	1	0,317062	1,5547736	0	1	3	0,983969	1,5	31,605	
4460145	COLA TERMOFUSIVEL A	Y	CONS	KG	VB	VB	VB	250	120	400	1227,56	7,508119087	48,61403978	0,011111111	0,9889	73,83464	1,7506861	146	219	115	0,16345	203,5	712,25	
4453348	LAMELA SCOTCH BRIT A	Y	CONS	UN	VB	VB	VB	25	20	30	122,58	9,43057595	38,70389273	0,053252033	0,9467	3,624144	1,7506861	9	12	42	0,15878	30	102	
4456416	144-6882-1 SHEAR BLA	Y	CONS	UN	VB	VB	VB	80	40	40	1352,62	5,477828215	66,63224652	0	1	7,821239	1,7506861	16	23	23	0,738794	27,5	435,05	
4454250	ESCOVILHÃO ALGODÃO	Y	CONS	UN	VB	VB	VB	1001	0	1000	40,29	396,1005212	0,921483261	0,019569472	0,9804	264,7821	1,7506861	718	982	580	0,042964	1008	927,36	
4402255	MICROSFERA VIDRO 1B	Y	CONS	KG	VB	VB	VB	24	24	50	29,05	23,08089501	15,81394482	0	1	6,798058	1,5547736	14	20	114	0,044832	71	68,16	
4451496	PASTILHA SANDVIK DIA	Y	CONS	UN	VB	VB	VB	10	10	10	56,5	21,92212389	16,6498466	0	1	2,35563	1,7506861	6	8	18	0,3736	15	120	
4413368	LIMA PARALELA MUR(B	Y	CONS	UN	VB	VB	VB	1	1	3	9,42	56,6128804	6,447296047	0	1	2,064126	1,5547736	4	6	25	0,17746	16,5	62,7	
4402443	LIXA LEQUES(LAMELA:A	Y	CONS	UN	VB	VB	VB	20	10	200	84,46	11,25266398	32,43676347	0,097540984	0,9025	13,80382	1,7506861	19	32	135	0,044832	86,5	83,04	
4452636	INSERT GRAPHITE 2/2:A	Y	CONS	UN	VB	VB	VB	101	0	100	501,78	16,19169091	22,54242636	0,110137054	0,8899	57,1736	1,7506861	84	141	69	0,257317	118,5	652,935	
4448826	CORREIA SINCRO HTD A	Y	CONS	UN	VB	VB	VB	3	0	6	96,29	13,46965763	27,09794191	0,112121212	0,8879	0,717597	1,7506861	3	3	13	0,524441	9,5	106,685	
4451004	CORREIA DENTADA 72A	Y	CONS	UN	VB	VB	VB	4	2	8	79,28	16,04120417	22,75390277	0,163265306	0,8367	0,650307	1,7506861	3	3	14	0,492218	10	105,4	
4459820	Pó atomizado Hogan:A	Y	CONS	KG	VB	VB	VB	30	15	60	2459,9	2,654906026	137,4813257	0	1	0,906213	1,7506861	2	2	7	2,107571	5,5	248,215	
4459049	13045P BELT, 470H100A	Y	RES	UN	VB	VB	VB	15	10	20	1749,47	2,159873181	168,9914034	0,119760479	0,8802	2,098556	1,7506861	5	7	2	4,198797	6	539,46	
4447061	MOLA DE PUNÇÃO A	Y	CONS	UN	VB	VB	VB	300	150	750	111,72	33,20972073	10,99075789	0,047106326	0,9529	133,9662	1,7506861	268	401	314	0,038294	425	348,5	
4403122	ALOQUETES VIRO 1-1,B	Y	CONS	UN	VB	VB	VB	1	1	3	18,34	11,92402763	30,61046246	0,040983607	0,959	1,470326	1,5547736	4	5	25	0,11675	16,5	41,25	

Figura Q1 – Excerto da folha de cálculo em Excel desenvolvida para analisar cada item, para o caso da fábrica de Avintes

ANEXO R: Comparação entre os valores de KPIs antes e depois de redefinição dos parâmetros da política de gestão de *stocks*

Tabela R1 - Taxa de rotação e de cobertura obtidas antes e depois de redefinição dos parâmetros, na fábrica da Marinha Grande

	Taxa de rotação		Taxa de cobertura	
	Antes	Depois	Antes	Depois
A	6,02	6,12	151	119
B	2,53	5,04	379	298
C	2,24	2,66	756	625
X	15,53	16,66	56	37
Y	9,61	9,32	73	60
Z	2,38	2,70	519	412

Tabela R2 - Taxa de rotação e de cobertura obtidas antes e depois de redefinição dos parâmetros, na fábrica de Villafranca

	Taxa de rotação		Taxa de cobertura	
	Antes	Depois	Antes	Depois
A	5,75	7,19	124	78
B	2,97	5,08	284	213
C	1,01	1,48	1254	1059
X	13,70	10,33	41	41
Y	6,96	7,80	72	59
Z	1,45	2,63	777	629

Tabela R4 - Taxa de rotação e de cobertura obtidas antes e depois de redefinição dos parâmetros, na fábrica de Léon

	Taxa de rotação		Taxa de cobertura	
	Antes	Depois	Antes	Depois
A	3,83	6,99	159	88
B	2,67	4,26	321	280
C	0,83	1,41	1113	973
X	8,27	13,11	59	30
Y	6,41	7,70	69	56
Z	1,27	2,30	799	691

Tabela R3 - Taxa de rotação e de cobertura obtidas antes e depois de redefinição dos parâmetros, na fábrica da Venda Nova

	Taxa de rotação		Taxa de cobertura	
	Antes	Depois	Antes	Depois
A	10,31	9,06	93	91
B	6,48	7,55	269	208
C	5	5,21	375	346
X	16,96	17,20	22	24
Y	12,88	10,69	35	38
Z	6,99	7,20	260	227

ANEXO S: Folha de cálculo (Excel) utilizada para a identificação de itens que circulam e que não circulam, na fábrica de Avintes

Material	Descrição	TipoMate	Unidade	PreçoPorU	TipoMRP	StockAtual (Q)	StockAtual (€)	Consumos 2018-atual					Volume pode circular	Opção de fábricas para possível transferência		
								AV	MG	VF	LE	VN		1	2	3
4456008	TAPETE TRANSP. ARCA 4250mm 12,5x15,5 3/2	RES	M	206,55	PD	70	14458,5	0	0	0	0	0	NÃO CIRCULA			
4452287	COM-SOCII CS2-010-GR10 CE COMPLIANT	RES	UN	8110,94	PD	1	8110,94	0	0	0	0	0	NÃO CIRCULA			
4452195	POWER SUPPLY/EXT. INTERFACE	RES	UN	2174,91	PD	3	6524,73	0	0	0	0	0	NÃO CIRCULA			
4474159	ROLO PRESSOR ARCA 4250mm	RES	UN	4600	PD	1	4600	0	0	0	0	0	NÃO CIRCULA			
4459012	SILENT CHAIN PMW2/150- 1/2"x150mm	RES	M	252,42	PD	18	4543,56	0	0	0	0	0	NÃO CIRCULA			
4474157	ROLO ENTRADA ARCA4250mm	RES	UN	4300	PD	1	4300	0	0	0	0	0	NÃO CIRCULA			
4474158	ROLO SAIDA ARCA 4250mm	RES	UN	4300	PD	1	4300	0	0	0	0	0	NÃO CIRCULA			
4401350	3340-1014 VALVE ROSS 3WAY	RES	UN	359,99	PD	11	3959,89	0	0	0	0	0	NÃO CIRCULA			
4400432	191-1579 Spring - Portaboquillas SG	RES	UN	0,41209	ND	67	27,61003	0	0	137,02	0	0	CIRCULA	VF		
4450725	OIS-101-1814 COOLING PLATE	RES	UN	413,5	VB	8	3308	0	0	0	0	0	NÃO CIRCULA			
4430938	78006 AMORTECEDOR C/ PORCAS FRENAGEM	RES	UN	908,75	VB	3	2726,25	0	0	0	0	0	NÃO CIRCULA			
4459017	BW faceplate 400-854-3	RES	UN	2393,21	PD	1	2393,21	0	0	0	0	0	NÃO CIRCULA			
4459016	BK faceplate 400-853-2	RES	UN	2383,21	PD	1	2383,21	0	0	0	0	0	NÃO CIRCULA			
4459654	Tela Aço BOPP#SD 63/36 Ancho 1220mm	CONS	M2	45,54	ND	51,241	2333,51514	0	0	0	0	0	NÃO CIRCULA			
4452656	SCS-3-55A SHEARS MOTOR	RES	UN	2098,63	VB	1	2098,63	0	0	0	0	0	NÃO CIRCULA			
4406142	MARTELO F.F.NI HARD 805 11 040	CONS	UN	55	PD	32	1760	0	0	0	0	0	NÃO CIRCULA			
4452031	CS2 0211 GR03 CABLE	RES	UN	544,38	PD	3	1633,14	0	0	0	0	0	NÃO CIRCULA			
4459713	210-10769 SLIDER BAR	RES	UN	781,33	VB	2	1562,66	0	0	0	0	0	NÃO CIRCULA			
4402229	FERODO 400X20X6MM (TIRAS)	CONS	UN	37,29	PD	40	1491,6	0	0	0	0	0	NÃO CIRCULA			
4416457	23-9274 CARRETO COM VEIO	RES	UN	239,64	PD	6	1437,84	0	0	0	0	0	NÃO CIRCULA			
4404090	TUBO FLEXIVEL RAM 150MM	CONS	M	58,11	PD	23	1336,53	0	0	0	0	0	NÃO CIRCULA			
4400893	191-13832 BUSHING	RES	UN	121,42	PD	11	1335,62	0	0	0	0	0	NÃO CIRCULA			
4401027	23-5890 BUSHING	RES	UN	20,47	VB	64	1310,08	0	0	0	0	0	NÃO CIRCULA			
4458330	HF-5766-26 1-5/8	RES	UN	207,34	PD	6	1244,04	0	0	0	0	0	NÃO CIRCULA			
4417890	191-10854 ANEL FIXACAO	RES	UN	205,37	ND	6	1232,22	0	0	0	0	0	NÃO CIRCULA			
4400628	62-3017 SEALING UNIT	RES	UN	121,78	PD	10	1217,8	0	0	0	0	0	NÃO CIRCULA			
4400523	1700-605 SEAL GUARD ID	RES	UN	9,43	PD	17	160,31	0	152,62	0	0	0	CIRCULA	MG		
4449563	QUEIMADOR 2XS40	RES	UN	1100	PD	1	1100	0	0	0	0	0	NÃO CIRCULA			
4455041	INSERT INF 4 5/8 4 1/4DG Rf191-5810 Gr15	RES	CX	130	PD	8	1040	0	0	0	0	0	NÃO CIRCULA			
4416672	191-14239 VEIO	RES	UN	172,78	PD	6	1036,68	0	0	0	0	0	NÃO CIRCULA			
4403235	TRIQUIL NI (Tambor de 65 L)	CONS	L	7,6792	PD	125	959,9	0	0	0	0	0	NÃO CIRCULA			
4425633	OIS-100-1014 PISTON	RES	UN	186,83	VB	5	934,15	0	0	0	0	0	NÃO CIRCULA			
4417542	191-14292 CASQUILHO	RES	UN	61,23	ND	15	918,45	0	0	0	0	0	NÃO CIRCULA			
4458331	HF-5766-27 1-11/16	RES	UN	223,97	PD	4	895,88	0	0	0	0	0	NÃO CIRCULA			
4402194	TIJOLO BELGA 300X150X100	REFR	UN	0,87255	ND	990	863,8245	0	0	0	0	0	NÃO CIRCULA			
4458332	HF-5766-28 1-3/4	RES	UN	215	PD	4	860	0	0	0	0	0	NÃO CIRCULA			
4401328	2480-2019 PRESS REG NORG	RES	UN	417,67	VB	2	835,34	0	0	0	0	0	NÃO CIRCULA			
4400894	191-13831 BUSHING	RES	UN	32,06	ND	26	833,56	0	0	0	0	0	NÃO CIRCULA			
4451437	MP600 1.250 MOLDED SWEPOUT BACK PAD	CONS	UN	38	PD	20	760	0	0	0	0	0	NÃO CIRCULA			
4400642	59-86504 PISTON RING	RES	UN	14,66	VB	50	733	0	0	0	0	0	NÃO CIRCULA			

Figura S1 – Excerto da folha de cálculo desenvolvida para analisar os itens obsoletos, para o caso da fábrica de Avintes

ANEXO T: Percentagem de valor em *stock* de consumíveis, peças de reserva e refratários potencialmente obsoletos e número de materiais, divididos por itens que circulam e não circulam, para cada fábrica

Tabela T1 – Percentagem do valor em *stock* e número de materiais consumíveis, peças de reserva e refratários potencialmente obsoletos que podem ou não circular, para as cinco fábricas da Península Ibérica

	Avintes		Marinha Grande		Villafranca de los Barros		Léon		Venda Nova	
	% Valor (€) em stock	Nº. Materiais	% Valor (€) em stock	Nº. Materiais	% Valor (€) em stock	Nº. Materiais	% Valor (€) em stock	Nº. Materiais	% Valor (€) em stock	Nº. Materiais
Materiais obsoletos que circulam	3,73%	97	1,15%	67	0,74%	30	1,28%	24	8,10%	55
Materiais obsoletos que não circulam	43,75%	2720	54,82%	4172	41,08%	1758	42,93%	1792	56,46%	1886
Total	47,47%	2817	55,97%	4239	41,82%	1788	44,21%	1816	64,56%	1941

ANEXO U: Valores em *stock* (€) obsoletos reduzidos após diálogo com a fábrica da Marinha Grande

Tabela U1 – Valor em *stock* de itens obsoletos que pode ser reduzido, após diálogo com a fábrica da Marinha Grande

Materiais	Motivo da redução do valor em <i>stock</i>	Valor de redução de inventário (qualitativo)	Valor (€) de redução de inventário (quantitativo)	Variação Percentual do Valor (€) em <i>stock</i>
Obsoletos que podem sair de <i>stock</i>	Materiais circulam	Valor em <i>stock</i> do material	1 405€	-3,72%
	Materiais não circulam	Valor em <i>stock</i> do material	23 809€	
Obsoletos que permanecem em <i>stock</i>	<u>Material que utiliza MRP VB:</u> Conversão em MRP PD ou ND	Valor em <i>stock</i> de segurança antes da alteração do MRP	5 621€	
	<u>Material que utiliza MRP VB:</u> Redefinição de parâmetros do modelo de gestão de <i>stocks</i>	$SMI (€) - SMF (€)$ Onde: SMF, é o valor do <i>stock</i> médio depois das alterações SMI, é o valor do <i>stock</i> médio antes das alterações	4 178€	
	<u>Material que utiliza MRP PD ou ND:</u> Redução das quantidades atualmente mantidas em AG	$(Si - Sf) * P$ Onde: Si, é a quantidade inicial em <i>stock</i> Sf, é a quantidade final em <i>stock</i> P, é o preço unitário do material	-	
Total			35 013€	

ANEXO V: Valores em stock (€) obsoletos reduzidos após diálogo com a fábrica da Venda Nova

Tabela V1 - Valor em *stock* de itens obsoletos que pode ser reduzido, após diálogo com a fábrica da Venda Nova

Materiais	Motivo da redução do valor em <i>stock</i>	Valor de redução de inventário (qualitativo)	Valor (€) de redução de inventário (quantitativo)	Variação Percentual do Valor (€) em <i>stock</i>
Obsoletos que podem sair de <i>stock</i>	Materiais circulam	Valor em <i>stock</i> do material	1 018€	-9,02%
	Materiais não circulam	Valor em <i>stock</i> do material	32 077€	
Obsoletos que permanecem em <i>stock</i>	<u>Material que utiliza MRP VB:</u> Conversão em MRP PD ou ND	Valor em <i>stock</i> de segurança antes da alteração do MRP	3 591€	
	<u>Material que utiliza MRP VB:</u> Redefinição de parâmetros do modelo de gestão de <i>stocks</i>	$SMI (\text{€}) - SMF (\text{€})$ Onde: SMF, é o valor do <i>stock</i> médio depois das alterações SMI, é o valor do <i>stock</i> médio antes das alterações	768€	
	<u>Material que utiliza MRP PD ou ND:</u> Redução das quantidades atualmente mantidas em AG	$(Si - Sf) * P$ Onde: Si, é a quantidade inicial em <i>stock</i> Sf, é a quantidade final em <i>stock</i> P, é o preço unitário do material	3 229€	
Total			40 683€	